SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

JAHRGANG 1917

ZWEITER HALBBAND. JULI BIS DEZEMBER

STÜCK XXXIII—LIII MIT EINER TAFEL,
DEM VERZEICHNIS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN, NAMEN- UND SACHREGISTER

BERLIN 1917
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

INHALT

1917.
XXXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

1. Hr. Schottky las über die Theta von drei Veränderlichen als elliptisch-hyperelliptisch betrachtet. (Ersch. später.)

Es wird, nach einigen historischen Vorbemerkungen, die Theorie der Thetafunktionen von drei Veränderlichen auf Goepelsche Art entwickelt, und zwar so, daß man dazu kommt, sie als elliptisch-hyperelliptische aufzufassen.

2. Hr. Norden überreichte den Bericht der Kommission für den Thesaurus linguae Latinae über die Zeit vom 1. April 1916 bis 31. März 1917.

3. Hr. Burdach überreichte einen neuen Teil seines im Auftrage der Akademie herausgegebenen Werkes 'Vom Mittelalter zur Reformation, Forschungen zur Geschichte der deutschen Bildung' (Bd. III, 1): »Der Ackermann aus Böhmen«, hrsg. von A. Bernt und K. Burdach (Einleitung, Kritischer Text, Vollständ. Lesartenapparat, Glossar, Kommentar, Bildbeilagen). Berlin 1917.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hrn. Robert Helmert am 15. Juni und das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hrn. Gustav von Schmoller am 27. Juni durch den Tod verloren.

Bericht der Kommission für den Thesaurus linguae Latinae über die Zeit vom 1. April 1916 bis 31. März 1917.

Von Eduard Norden.

Die Kommission hat, da keine dringende Veranlassung vorlag, auch im Jahre 1916 keine Zusammenkunft abgehalten und die Frühjahrssitzung 1917 einstweilen vertagt.

Die Drucklegung litt unter großen Störungen, da die Teubnersche Offizin durch Mangel an Arbeitskräften stark bedrängt wurde: so häuft sich langsam im Bureau eine Menge ungedruckten Manuskripts an. Es besteht die Hoffnung, daß der Druck demnächst wiederaufgenommen wird.

Der Finanzplan für 1917 ist am 1. April d. J. wie folgt festgesetzt worden:

Einnahmen.

Beiträge der fünf Akademien	30000	Mark,
Sonderbeitrag von Wien	1000	»
Beitrag der Wissenschaftlichen Gesellschaft zu Straßburg	600	»
Giesecke-Stiftung 1916	5000	»
Zinsen, rund	150	»
Honorar von Teubner für 40 Bogen (4 Onomastikon)	6064	»
Stipendien des Kgl. Preußischen Ministeriums	2400	»
Beiträge Hamburg	1000	»
» Württemberg	700	»
» Baden	600	»
Summa	47514	Mark.

Ausgaben.

Gehälter des Bureaus	31000	Mark,
Laufende Ausgaben	3500	»
Honorar für 40 Bogen	3200	»
Verwaltung (einschließlich Mietsbeitrag, Heizung, Angestelltenversicherung, Material- und Namenordnung)	5000	»
Exzerpte und Nachträge	1000	»
Unvorhergesehenes	500	»
Sparfonds	3000	»
Summa	47200	Mark.

Im Jahre 1916 betrugen

die Einnahmen	49036.99	Mark,
die Ausgaben	48730.38	»
Überschuß	306.61	Mark.

Unter den Ausgaben sind verrechnet 5500 Mark, die als Rücklage für den Sparfonds verwendet worden sind.

Die als Reserve für den Abschluß des Unternehmens vom Buchstaben P an bestimmte WÖLFFLIN-Stiftung betrug am 1. Januar 1917 72700 Mark.

Bestand des Thesaurusbureaus am 31. März 1917:

Generalredaktor Prof. Dr. DITTMANN (vom Preußischen Staat beurlaubter Oberlehrer), 2. Redaktor Prof. Dr. JACHMANN (bis zum 1. April 1917).

Sekretäre: Prof. Dr. HEY (vom Bayerischen Staat beurlaubter Oberlehrer) und Dr. BANNIER.

Assistenten: Dr. WULFF, Dr. HOFMANN, Dr. RUBENBAUER (im Felde), Dr. BACHERLER, EDWIN BRANDT, Dr. IDA KAPP, FR. MÜLLER.

Beurlaubter Gymnasialoberlehrer (außer den obengenannten): Dr. LACKENBACHER (beurlaubt vom k. österreichischen Ministerium für Unterricht; im Felde).

Ausgegeben am 26. Juli.

1917.
XXXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

*1. Hr. Struve sprach über den neuen großen Refraktor der Babelsberger Sternwarte.

Seit anderthalb Jahren sind die Beobachtungen am neuen Refraktor von 65 cm Öffnung, dem ersten von der Firma Zeiß gebauten großen Instrumente dieser Art, im Gange. Der Vortragende berichtet über die neuen Einrichtungen, über die zur Prüfung der optischen und mechanischen Teile des Instruments angestellten Untersuchungen sowie über die Aufgaben, welche an demselben in Angriff genommen sind.

2. Hr. Struve legte eine Abhandlung von Hrn. Prof. Dr. P. Kempf in Potsdam vor: Über Refraktion auf der Sonne und die Höhenlage der Kalziumflocken.

Aus Messungen von Kalziumflocken auf spektroheliographischen Aufnahmen, welche im Jahre 1906 auf dem Astrophysikalischen Observatorium gemacht worden sind, läßt sich die scheinbare Bewegung der Flocken auf der Sonne ableiten und daraus auf die mittlere Höhenlage dieser Gebilde über dem Niveau der Photosphäre schließen.

Über Refraktion auf der Sonne und die Höhenlage der Kalziumflocken.

Von Prof. Dr. P. Kempf
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Struve.)

1.

Bereits im Jahre 1858 hat Carrington[1] darauf hingewiesen, daß das Vorhandensein einer die Sonne umgebenden Atmosphäre einen Einfluß auf die scheinbare Bewegung der Sonnenflecke ausüben müsse, da die in dieser Atmosphäre stattfindende Refraktion den scheinbaren Abstand der Flecke vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe ändert. Zugleich erkannte er, daß die sogenannte Tiefenparallaxe der Flecke, d. h. die perspektivische Verschiebung des Fleckenortes infolge einer Vertiefung des Fleckenkerns unter das Niveau der Photosphäre, den heliozentrischen Abstand der Flecke in genau der gleichen Weise beeinflußt wie die Refraktion.

Bezeichnet man mit ρ den geozentrischen Abstand eines Flecks vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe, mit ρ' den heliozentrischen Abstand und mit R den scheinbaren Sonnenhalbmesser, so besteht die Beziehung

$$\rho/R = \sin(\rho' + \rho).$$

Der Einfluß der Refraktion auf den heliozentrischen Abstand ρ' ergibt sich dann mit hinreichender Näherung[2]

$$\sin d\rho' = (n - 1) \operatorname{tang}(\rho' + \rho),$$

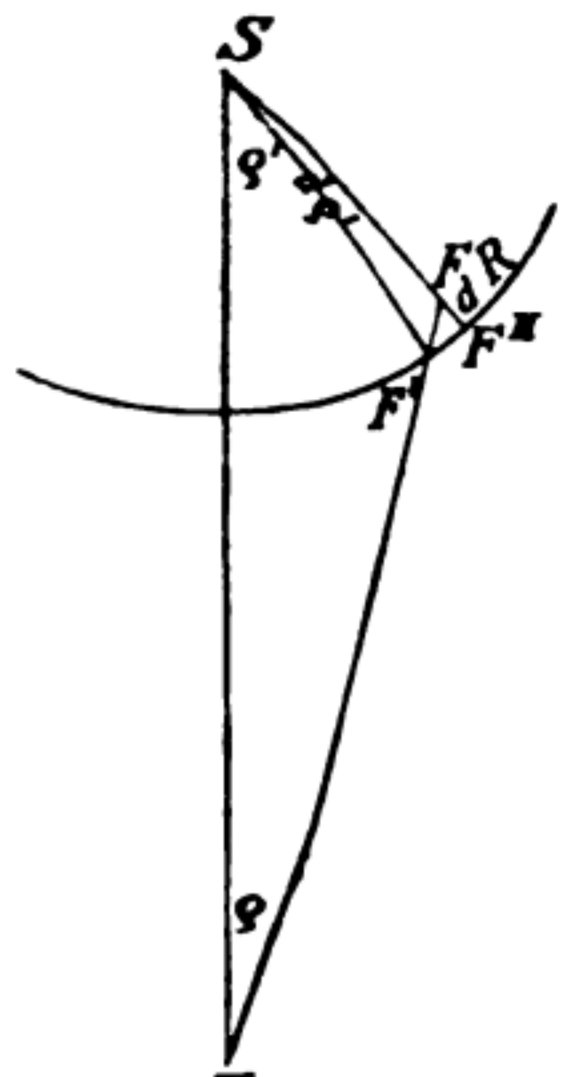
wo n den Brechungsindex der als homogen gedachten Sonnenatmosphäre bedeutet. Und für die Tiefenparallaxe gilt, wenn sich der Fleck um dR unterhalb der Photosphäre befindet,

$$\sin d\rho' = \frac{dR}{R - dR} \cdot \operatorname{tang}(\rho' + \rho).$$

[1] Monthly Notices 18, 169.

[2] Vgl. Spoerer, Beobachtungen der Sonnenflecken II (Fortsetzung der Publ. XIII der A. G.) S. 138.

Fig. 1.



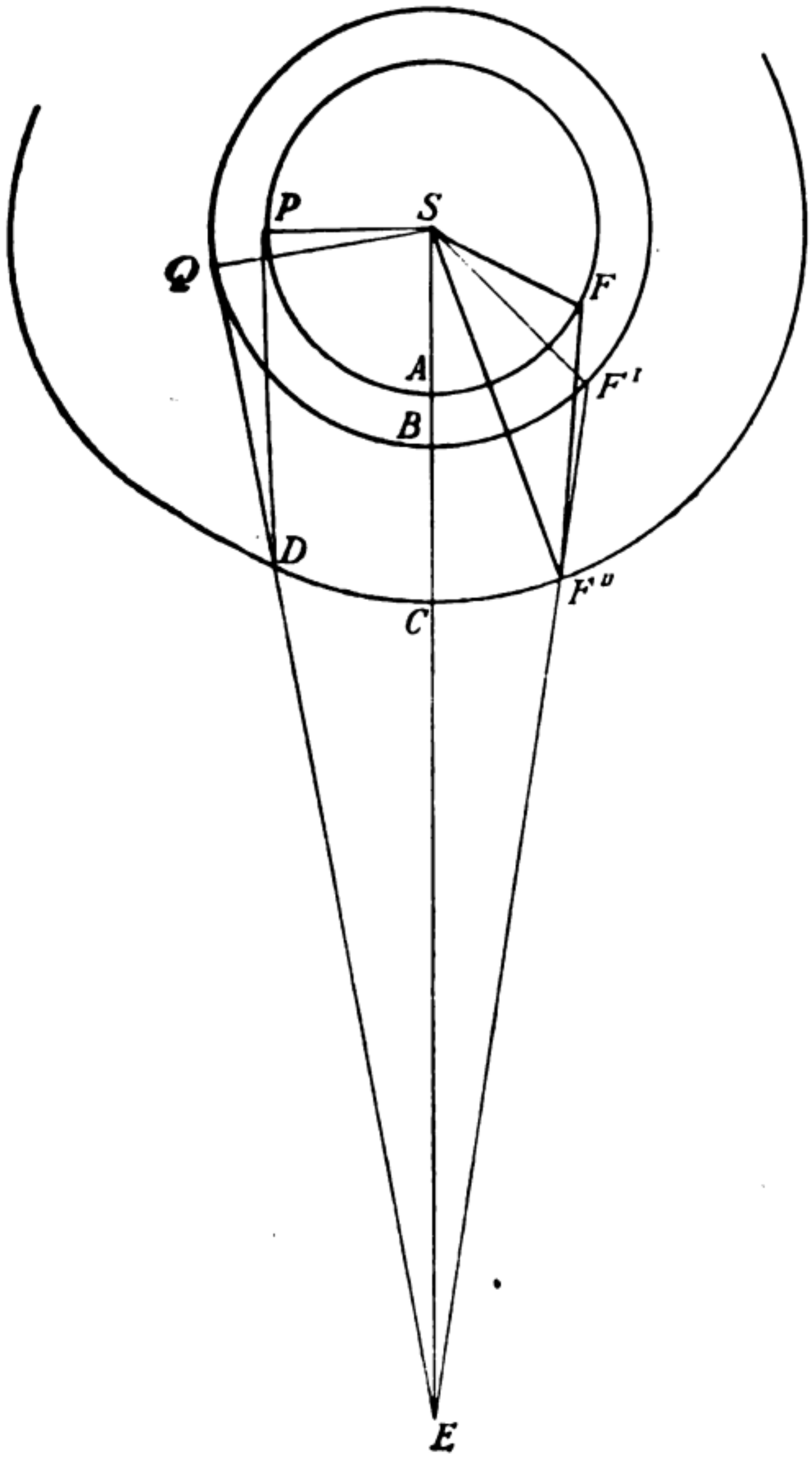
In beiden Fällen ist also

$$d\rho' = \text{const} \cdot \text{tang}\,(\rho' + \rho).$$

Auch das Vorzeichen der Korrektion $d\rho'$ ist beide Male das gleiche. Es bedeute in Fig. 1 S die Sonne, E die Erde, F den Ort eines um dR unter das Photosphärenniveau vertieften Flecks. Dann wird der Fleck scheinbar in F' auf der Photosphäre beobachtet, sein heliozentrischer Abstand also um $d\rho'$ zu klein gefunden.

Ferner sei in Fig. 2 PAF ein Schnitt der Photosphäre mit einer durch die Mittelpunkte von Erde und Sonne gelegten Ebene, DCF'' ein gleicher Schnitt durch die als homogen gedachte Atmosphäre der Sonne. Dann wird der wahre Sonnenhalbmesser, der auf dem Wege des gebrochenen Strahls EDP gesehen wird, durch die Refraktion vergrößert erscheinen, die Photosphäre also scheinbar durch den Kreis QBF' gebildet werden. Befindet sich nun in F ein Fleck, der dem Beobachter auf dem Wege $EF''F$ sichtbar wird, so wird er sich auf der vergrößerten Photosphäre in F' zu befinden scheinen. Gemessen wird der heliozentrische Abstand ESF', während der wahre Abstand $= ESF$ ist. Auch hier wird also ρ' zu klein gefunden.

Fig. 2.



Aus der Beobachtung der scheinbaren Bewegung der Flecke läßt sich also nur die Summe von Refraktion und Tiefenparallaxe bestimmen; eine Trennung der beiden Einflüsse ist auf diesem Wege nicht möglich. Man hat verschiedentlich versucht, durch Messung der exzentrischen

Stellung des Kerns eines Flecks gegen die Penumbra in der Nähe des Sonnenrandes die Tiefe der Fleckenkerne unter der Photosphäre unabhängig von der Refraktion zu ermitteln, ist dabei aber wegen der Schwierigkeit der Messungen und der durch die Formänderungen bedingten Unsicherheit noch zu keinem annehmbaren Resultate gelangt.

Von den bisher ausgeführten Bestimmungen von Refraktion + Tiefenparallaxe beruhen die meisten auf Beobachtungen nur weniger Flecke und besitzen dementsprechend auch nur geringes Gewicht. Die beiden einzigen Untersuchungen, denen ein größeres Beobachtungsmaterial zugrunde liegt, rühren von Spoerer (a. O. S. 142) und Capon (M. N. 73, 361) her. Sie führten zu den Werten

$$\text{Spoerer:}\quad d\rho' = +0\overset{\circ}{.}122 \operatorname{tang}(\rho' + \rho)$$
$$\text{Capon:}\quad d\rho' = +0.332 \operatorname{tang}(\rho' + \rho).$$

Deutet man diese Korrektionen als ausschließlich von der Refraktion oder als ausschließlich von der Tiefenparallaxe herrührend, so folgt

	n	dR
Spoerer:	1.00213	2″.04
Capon:	1.0058	5.53.

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Untersuchungen sind recht erheblich und lassen weitere genaue Bestimmungen sehr wünschenswert erscheinen.

2.

Bei den Flocken, die sich nach der allgemeinen Annahme in einem höheren Niveau befinden als die Photosphäre, muß statt einer Tiefenparallaxe eine Höhenparallaxe auftreten. Werden die Beobachtungen der Flocken also in der gleichen Weise behandelt wie bei den obenerwähnten Untersuchungen die Flecke, so entspricht die Korrektion der heliozentrischen Abstände, die sich bei ihnen ergibt, nicht mehr der Summe, sondern vielmehr der Differenz der Refraktion und der perspektivischen Verschiebung. Eine Vergleichung der bei den Flecken und bei den Flocken erlangten Resultate vermag daher unter Umständen einen gewissen Aufschluß über den Anteil der einzelnen Einflüsse an der Gesamtkorrektion zu liefern.

Aus diesem Grunde schien es mir von besonderem Interesse zu sein, die Messungen von Kalziumflocken, die ich auf meinen Aufnahmen aus dem Jahre 1906 ausgeführt habe, daraufhin zu prüfen, ob sich bei ihnen ein Einfluß der besprochenen Art nachweisen läßt, und eventuell in welchem Betrage.

Über die Aufnahmen selbst, die Ausmessung derselben und die Berechnung der heliographischen Örter der Flocken ist in Publikation Nr. 71 des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, in der diese Messungen zu einer Bestimmung der Sonnenrotation benutzt wurden, ausführlich berichtet worden. In dieser Arbeit wurden von den gemessenen Örtern nur diejenigen verwertet, bei denen der heliozentrische Abstand ρ' nicht mehr als 55° betrug. Dies geschah, um bei der Rotationsbestimmung von dem Einflusse der Refraktion und der Höhenparallaxe, die erst in größerem Abstande vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe merkliche Beträge erreichen, frei zu bleiben. Durch eine Vergleichung dieser Örter mit den damals ausgeschlossenen Positionen, bei denen $\rho' > 55°$ oder ρ (in Teilen des Radius) $\geqq 0.820$ ist, läßt sich daher die Wirkung von Refraktion und Höhenparallaxe bestimmen.

In der unten folgenden Tabelle sind in den ersten vier Spalten die Flockenörter zusammengestellt, bei denen $\rho \leqq 0.820$ gemessen ist, und zwar ist der Reihe nach angegeben: die Bezeichnung der Flocke, das Datum und die Zeit der Aufnahme in Bruchteilen des Tages, die berechnete heliographische Länge L und der heliozentrische Abstand ρ/R. In den Kolumnen 5 bis 8 folgen dann die Angaben für die Vergleichsörter: Das Datum, daneben die Anzahl der zu diesen Werten vereinigten Örter, ferner die Länge L', die Breite b' und der Abstand $(\rho/R)'$. Als Vergleichswerte sollten eigentlich die Mittelwerte aller derjenigen Positionen verwendet werden, bei denen $\rho < 0.820$ ist. Bei einigen Flocken, die ausschließlich in der Nähe des Sonnenrandes beobachtet werden konnten, sind aber solche Örter überhaupt nicht vorhanden (s. z. B. Flocke 36c). In diesen Fällen blieb nur übrig, den Ort mit dem kleinsten ρ, auch wenn es > 0.820 ist, als Vergleichswert zu benutzen und den dadurch verursachten Fehler nachträglich in Rechnung zu stellen. Der größte Wert von ρ, der hierbei in Kauf genommen werden mußte, ist 0.923 bei der Flocke 88r.

An die Längen L ist noch eine Korrektion anzubringen, bevor sie mit den L' verglichen werden dürfen. Bei der Berechnung der heliographischen Längen ist nämlich zur Reduktion der auf den Sonnenäquator bezogenen Längen l auf bestimmte Epochen ein mittlerer Rotationswinkel benutzt worden, und zwar der von Spoerer aus seinen Sonnenfleckbeobachtungen bestimmte Wert $\xi = 14\overset{\circ}{.}2665$, während strenggenommen für jede Breite die ihr entsprechende Rotationsgeschwindigkeit hätte zugrunde gelegt werden müssen. Aus den Beobachtungen der Kalziumflocken des Jahres 1906 hat sich die Rotationsformel[1] ergeben:

$$\xi = 14\overset{\circ}{.}431 - 2\overset{\circ}{.}061 \sin^2 b\,.$$

[1] Siehe Publikation Nr. 71, S. 30.

Um auf die Werte von ξ zu kommen, die nach dieser Formel für die verschiedenen Breiten gelten, sind an den bei der Rechnung benutzten Wert 14°2665 die folgenden Verbesserungen anzubringen.

b	$d\xi$	b	$d\xi$	b	$d\xi$
0°	+0°16	11°	+0°09	21°	−0°10
2	+0.16	12	+0.07	22	−0.13
3	+0.16	13	+0.06	23	−0.15
4	+0.15	14	+0.04	24	−0.18
5	+0.15	15	+0.03	25	−0.20
6	+0.14	16	+0.01	26	−0.23
7	+0.13	17	−0.01	27	−0.26
8	+0.12	18	−0.03	28	−0.29
9	+0.11	19	−0.05	29	−0.32
10	+0.10	20	−0.08	30	−0.35

Die aus dieser Tafel zu entnehmenden $d\xi$ sind noch mit der Differenz der für L und L' geltenden Beobachtungszeiten zu multiplizieren, um die an L anzubringenden Verbesserungen zu erhalten. Für die erste Beobachtung wird z. B., da $b' = +9°0$ ist, $d\xi = +0°11$. Die Differenz der Daten, dt, ist $= -1^d950$, also $dt \cdot d\xi = -0°2$, und das verbesserte L wird somit $= 158°9$. Diese korrigierten Werte von L sind in der vorletzten Spalte der Tabelle zusammengestellt; in der letzten Kolumne folgt dann noch die Differenz $dl = L' -$ »korr. L« und die Angabe, ob sich die Flocke am Ost- oder Westrande der Sonne befand.

Nr.	1906	L	c/R	Vergleichswerte Datum		L'	b'	$(c/R)'$	korr. L	dl
2	Mai 4.368	159°1	0.905	2.418	2	157°6	+ 9°0	0.611	158°9	−1°3 W
3	4.368	152.8	.859	2.418	2	151.4	+11.8	.554	152.7	−1.3 W
	5.376	151.9	.947						151.7	−0.3 W
4	4.368	146.0	.842	3.438	1	145.4	+25.3	.728	146.2	−0.8 W
	5.376	145.3	.927						145.7	−0.3 W
5	5.376	139.7	.881	3.903	2	139.2	+21.8	.704	139.9	−0.7 W
6	5.376	137.0	.859	3.903	2	136.6	+21.5	.675	137.2	−0.6 W
9	9.380	81.5	.832	5.786	5	81.2	+18.8	.526	81.7	−0.5 W
	10.399	80.2	.924						80.4	+0.8 W
14	3.438	46.1	.920	8.181	5	45.3	+26.7	.595	44.9	+0.4 O
	4.368	46.1	.832						45.1	+0.2 O
	12.437	43.5	.878						44.6	+0.7 W
15	3.438	36.1	.969	8.181	5	37.4	+25.3	.587	35.1	+2.3 O
	4.368	36.7	.900						35.9	+1.5 O
16a	14.444	18.6	.845	9.593	5	16.2	+ 4.4	.423	17.9	−1.7 W
	15.442	18.0	.941						17.1	−0.9 W
17b	15.442	5.1	.856	10.402	6	6.9	−23.3	.576	5.9	+1.0 W
18	12.437	56.9	.942	8.882	4	55.9	+15.0	.488	56.8	−0.9 W
20	7.371	353.2	.911	9.386	3	353.5	+13.4	.622	353.3	+0.2 O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte Datum		L'	b'	$(\rho/R)'$	korr. L	dl
21	Mai 18.402	325°.6 :	0.866	14.943	2	323°.0	+19°.6	0.414	325°.8	−2°.8 W
	19.474	326.7	.962						327.0	−4.0 W
22 a	9.380	308.7	.990						308.5	−0.6 O
	10.399	306.7	.945	15.181	4	307.9	+18.3	.550	306.5	+1.4 O
	19.474	308.3	.837						308.5	−0.6 W
22 c	10.399	297.1	.984	12.437	1	298.4	+16.4	.800	297.1	+1.3 O
22 e	10.399	296.0	.986	12.437	1	295.9	+10.8	.810	296.2	−0.3 O
23	10.399	302.8	.954	16.040	5	302.4	−10.9	.513	303.3	−0.9 O
24	12.437	271.8	.979	16.940	4	271.3	+17.3	.561	271.7	−0.4 O
25	14.444	254.8	.932	18.938	2	253.5	+16.6	.367	254.8	−1.3 O
	15.442	254.3	.838						254.3	−0.8 O
26	14.444	252.5	.939	18.938	2	251.8	+ 7.2	.245	253.1	−1.3 O
	15.442	252.8	.835						253.3	−1.5 O
29 a	23.443	140.1	.913	25.919	2	137.4	+26.1	.658	139.5	−2.1 O
29 b	23.443	132.0	.956	25.919	2	131.7	+25.4	.704	131.5	+0.2 O
30	23.443	125.8	.974	25.919	2	126.8	+13.1	.695	125.9	+0.9 O
31	Juni 8.378	43.6	.827	6.922	2	44.6	−14.8	.619	43.6	+1.0 W
34 a	13.393	359.1	.976	7.407	3	359.9	−16.1	.328	359.0	+0.9 W
34 c	13.393	356.2	.967	7.407	3	356.7	−21.5	.420	356.9	−0.2 W
34 e	13.393	347.0	.920	7.407	3	348.0	−22.5	.472	347.8	+0.2 W
34 g	13.393	356.0	.969	7.394	2	355.8	−27.7	.520	357.7	−1.9 W
35 c	6.409	322.7	.826	7.906	2	323.0	+19.8	.613	322.6	+0.4 O
	15.386	323.1	.928						323.6	−0.6 W
35 d	6.409	317.2	.879	7.906	2	318.4	+21.8	.674	317.0	+1.4 O
36 a	6.409	302.3	.962	8.378	1	303.0	+12.1	.743	302.4	+0.6 O
	7.435	303.6	.862						303.7	−0.7 O
	16.391	300.1	.847	14.390	2	299.7	+11.0	.520	299.9	−0.2 W
36 b	6.409	299.0	.976	8.378	1	297.8	+15.6	.805	299.0	−1.2 O
	7.435	298.2	.908						298.2	−0.4 O
36 c	6.409	292.9	.993	8.378	1	295.3	+12.2	.823	293.0	+2.3 O
	7.435	295.0	.927						295.1	+0.2 O
36 d	7.435	294.8	.935	15.057	3	293.9	+20.8	.619	294.0	−0.1 O
	8.378	295.1	.842						294.4	−0.5 O
37	16.391	299.6	.846	14.390	2	300.4	−10.2	.534	299.4	+1.0 W
37 a	6.409	304.5	.950	8.378	1	304.4	− 7.9	.719	304.7	−0.3 O
	7.435	304.9	.846						305.0	−0.6 O
37 b	6.409	298.5	.977	8.378	1	299.2	− 7.5	.778	298.7	+0.5 O
	7.435	299.6	.891						299.7	−0.5 O
39	19.394	257.2	.826	16.721	3	256.2	−10.6	.391	257.0	−0.8 W
	20.392	257.0	.931						256.7	−0.5 W
41 b	21.383	233.2	.888	19.391	3	233.0	−29.4	.676	233.9	−0.9 W
42 b	13.393	211.1	.955	16.721	3	211.7	+19.1	.549	210.9	+0.8 O
42 c	13.393	214.9	.934	18.556	6	212.5	+15.8	.478	215.0	−2.5 O
43 a	15.386	181.5	.967						181.6	+0.3 O
	16.391	181.6	.886	19.889	4	181.9	+15.7	.392	181.7	+0.2 O
	25.443	181.2	.863						181.1	+0.8 W
43 b	15.386	181.2	.967	19.889	4	182.7	+11.0	.338	181.6	+1.1 O
	16.391	181.8	.880						182.1	+0.6 O
43 c	16.391	172.8	.943	19.889	4	171.4	+10.6	.445	173.1	−1.7 O
46 a_1	18.387	150.2	.919	20.390	3	150.7	+14.6	.645	150.3	+0.4 O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte					korr. L	dl
				Datum		L'	b'	(ρ/R)'		
46a₂	Juni 28.388	147°4	.905	26.414	2	148°8	+15°1	.645	147°3	+1°5 W
46b	18.387	151.7	.906						152.0	−0.5 O
	27.384	152.3	.832	21.653	4	151.5	+10.4	.582	151.7	−0.2 W
	28.388	151.0	.928						150.3	+1.2 W
47	18.387	140.6	.993	22.406	3	140.3	+11.4	.570	140.9	−0.6 O
	19.394	139.2	.899						139.4	+0.9 O
48a	20.392	126.9	.891	23.413	2	127.8	+ 9.6	.458	127.2	+0.6 O
48b	20.392	123.0	.922	23.413	2	124.0	+13.1	.498	123.2	+0.8 O
48c	20.392	118.1	.950	25.443	1	119.9	+ 8.0	.110	118.7	+1.2 O
	21.383	118.6	.849						119.1	+0.8 O
52a	27.384	37.2	.862	28.388	1	37.7	+10.9	.719	37.3	+0.4 O
52b	27.384	32.7	.900	28.388	1	33.2	+11.1	.771	32.8	+0.4 O
52c	27.384	26.1	.944	28.388	1	28.0	+17.2	.831	26.1	+1.9 O
53	27.384	29.8	.924	28.388	1	31.1	− 9.5	.802	29.9	+1.2 O
54	Juli 11.375	335.5	.919	9.466	1	334.5	−14.2	.679	334.8	−0.3 W
56a	14.431	298.2	.932	10.420	2	298.0	+15.0	.350	298.1	−0.1 W
57c	18.379	244.1 :	.927	12.910	4	247.3	+26.9	.619	245.5	+1.8 W
59	18.379	246.2	.936	15.400	2	246.6	+ 3.0	.490	245.7	+0.9 W
60	21.365	201.0	.913	17.138	4	202.4	−14.3	.519	200.8	+1.6 W
61a	21.365	194.0	.842	17.138	4	197.4	+19.0	.458	194.2	+3.2 W
62a	14.431	168.8	.886	18.871	4	168.9	−11.1	.443	169.2	−0.3 O
62b	14.431	171.5	.877	18.871	4	169.4	−17.8	.519	171.4	−2.0 O
63c	14.431	166.0	.895	16.369	1	167.3	+12.0	.600	166.1	+1.2 O
64b	18.379	115.9	.874						116.5	−0.3 O
	27.367	115.9	.853	22.898	4	116.2	+ 5.9	.552	115.3	+0.9 W
	28.366	117.3 :	.957						116.5	−0.3 W
64c	26.357	126.6	.828	20.904	4	126.5	+ 5.5	.526	125.8	+0.7 W
64d	27.367	122.9	.910	26.357	1	124.2	+ 6.4	.804	122.8	+1.4 W
64e	27.367	121.7	.901	26.357	1	122.5	+10.2	.785	121.6	+0.9 W
	28.366	124.7	.986						124.5	−2.0 W
64f	27.367	127.5	.940	26.357	1	128.3	+ 9.5	.843	127.4	+0.9 W
64g	26.357	125.9	.820						125.7	0.0 W
	27.367	124.4	.920	24.500	1	125.7	+ 9.9	.509	124.1	+1.6 W
	28.366	127.8 :	.993						127.4	−1.7 W
64h	27.367	113.2	.828	26.357	1	114.0	+ 4.1	.686	113.0	+1.0 W
	28.366	114.3 :	.941						114.0	0.0 W
64k	28.366	111.6	.927	26.862	2	111.1	+ 1.7	.732	111.4	−0.3 W
64l	28.366	104.8	.873	26.862	2	104.4	+ 4.6	.646	104.6	−0.2 W
66a	30.369	68.0	.828	26.648	4	68.1	−18.6	.495	68.1	0.0 W
	31.371	68.4	.928						68.6	−0.5 W
66c	31.371	65.4	.896	28.701	3	65.8	−11.4	.523	65.2	+0.6 W
66h	31.371	61.6	.865	29.368	2	62.4	−10.5	.576	61.4	+1.0 W
67c	31.371	72.1	.926	28.115	4	71.5	+ 9.6	.578	71.8	−0.3 W
67g	31.371	67.5	.894	28.115	4	66.4	+ 8.6	.358	67.1	−0.7 W
67h	31.371	64.9	.873	28.115	4	64.1	+ 7.4	.342	64.5	−0.4 W
67i	31.371	66.8	.889	28.115	4	66.6	+ 4.6	.354	66.3	+0.3 W
67m	31.371	65.4	.877	29.368	2	64.4	+13.4	.554	65.3	−0.9 W
68b	Aug. 2.386	42.6	.908	29.367	6	43.7	+17.5	.496	42.7	+1.0 W
68d	2.386	40.2	.889	29.367	6	42.8	+11.3	.453	39.9	+2.9 W

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte Datum	L'	b'	$(\rho/R)'$	korr. L	dl
68e	Aug. 2.386	38°.1	0.873	29.367 6	38°.6	+ 8°.8	0.446	37°.7	+0°.9 W
	3.419	36.7	.956					36.1	+2.5 W
68h	2.386	36.8	.862	31.371 3	37.3	+14.2	.553	36.7	+0.6 W
	3.419	36.5	.954					36.4	+0.9 W
68i	2.386	32.9	.827	1.374 1	32.9	+14.2	.678	32.9	0.0 W
	3.419	32.6	.932					32.5	+0.4 W
68k	3.419	31.6	.924	2.386 1	32.8	+11.0	.824	31.2	+1.6 W
68l	3.419	28.6	.906	2.386 1	30.2	+13.6	.799	28.5	+1.7 W
69b_2	2.386	33.6	.851	31.371 3	33.6	− 8.9	.540	33.4	+0.2 W
69d_2	2.386	37.7	.895	30.620 4	36.6	−13.2	.542	37.5	−0.9 W
69f	2.386	35.2 :	.868	31.371 3	35.2	− 9.9	.568	35.0	+0.2 W
	3.419	33.4 :	.955					33.1	+2.1 W
69g	2.386	35.6	.874	1.374 1	36.4	−11.7	.754	35.5	+0.9 W
69h	3.419	25.3 :	.899	1.880 2	26.1	−12.0	.712	25.2	+0.9 W
70i	3.419	19.8	.868	2.386 1	19.4	−17.3	.741	19.8	−0.4 W
70k	3.419	13.5	.824	2.386 1	14.0	−18.2	.690	13.5	+0.5 W
71c	3.419	21.8	.858	1.880 2	20.4	− 1.4	.600	21.6	−1.2 W
72	Juli 26.357	1.0	.969	29.367 2	1.4	−27.7	.700	0.2	+1.2 O
	27.367	2.1	.890					1.5	−0.1 O
73c	26.357	12.4	.855	28.701 3	13.7	+19.5	.510	12.3	+1.4 O
73f	Aug. 3.419	23.0	.861	1.377 3	23.6	+15.1	.553	22.9	+0.7 W
73l	3.419	18.4	.821	2.386 1	17.7	+16.2	.660	18.4	−0.7 W
74g	Juli 27.367	1.6	.825	28.366 1	0.3	+11.0	.692	1.7	−1.4 O
74h	27.367	356.6	.873	31.173 5	355.5	+20.6	.430	356.3	−0.8 O
74i	27.367	354.3	.892	30.035 3	352.4	+20.2	.531	354.1	−1.7 O
74k	27.367	350.3	.920	28.366 1	348.5	+20.2	.830	350.2	−1.7 O
74l	27.367	353.1	.899	29.367 2	353.6	+17.2	.607	353.1	+0.5 O
74m	27.367	351.4	.911	29.367 2	350.0	+18.4	.650	351.3	−1.3 O
74n	27.367	350.3	.918	30.369 1	349.8	+13.7	.477	350.5	−0.7 O
	28.366	348.8	.821					348.9	+0.9 O
74o	27.367	347.9	.934	28.366 1	346.6	+18.4	.845	347.9	−1.3 O
74q	27.367	352.3	.910	28.366 1	351.1	+26.9	.818	352.0	−0.9 O
74r	27.367	347.4	.939	28.366 1	345.2	+25.7	.865	347.2	−2.0 O
74ψ	Aug. 6.485	345.0	.887	2.902 2	345.6	+22.0	.388	345.5	+0.1 W
75a	Juli 28.366	334.4	.935	31.371 3	334.9	+19.1	.521	334.2	+0.7 O
75b	28.366	327.5	.969	31.875 4	329.3	+21.4	.525	327.1	+2.2 O
75c	28 366	330.3	.958	1.384 5	329.4	+26.9	.529	329.3	+0.1 O
77a	Aug. 1.374	286.8	.896	2.902 2	287.5	+18.4	.687	286.7	+0.8 O
77b	2.386	281.3	.830	3.419 1	283.1	+18.2	.661	281.3	+1.8 O
77c	2.386	278.5	.856	3.419 1	280.7	+20.0	.695	278.4	+2.3 O
77d	2.386	276.7	.870	3.419 1	277.4	+18.4	.728	276.7	+0.7 O
78	1.374	289.5	.898	2.386 1	290.8	−13.9	.768	289.5	+1.3 O
78a	2.386	276.7	.893	3.419 1	278.3	−14.2	.757	276.7	+1.6 O
78b	2.386	274.0	.913	3 419 1	273.6	+14.6	.805	274.0	−0.4 O
78c	2.386	270.1	.940	3.419 1	272.2	−16.4	.824	270.1	+2.1 O
79	14.379	253.8 ::	.969	13.372 1	251.2	+ 8.5	.866	253.7	−2.5 W
80	14.379	246.2	.959	13.372 1	243.9	−23.0	.863	246.4	−2.5 W
81q	17.360	210.4	.949	16.365 1	208.1	+16.8	.838	210.4	−2.3 W
81r	17.360	208.7	.940	16.365 1	207.4	+18.4	.831	208.7	−1.3 W

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte Datum		L'	b'	$(\rho/R)'$	korr. L	dl
81 s	Aug. 17.360	200°6	0.884	16.365	1	200°7	+15°1	0.761	200°6	+0°1 W
	18.355	200.2	.964						200.1	+0.6 W
81 t	17.360	201.5	.892	16.365	1	201.1	+17.9	.768	201.5	−0.4 W
	18.355	200.9	.967						201.0	+0.1 W
81 u	18.355	187.4	.885	16.862	2	186.1	+12.6	.660	187.3	−1.2 W
81 z	18.355	168.2	.867	16.862	2	167.8	+12.3	.401	168.1	−0.3 W
81 α	18.355	196.4	.945	17.360	1	197.6	+15.4	.861	196.4	+1.2 W
82 a	18.355	185.1	.904	15.369	4	184.5	−18.0	.580	185.2	−0.7 W
82 b	18.355	180.8	.869	15.369	4	180.9	−16.9	.551	180.8	+0.1 W
82 r	18.355	182.5	.884	16.035	3	182.6	−17.2	.603	182.5	+0.1 W
82 n	17.360	187.7	.820	16.365	1	187.3	−17.8	.686	187.7	−0.4 W
82 v	17.360	203.1	.933	16.365	1	202.0	−16.6	.824	203.1	−1.1 W
82 w	18.355	177.6	.853	16.862	2	176.4	−20.4	.662	177.7	−1.3 W
82 ζ	18.355	174.6	.826	17.360	1	175.0	−20.3	.712	174.7	+0.3 W
85 h	16.365	96.0	.820	19.074	3	96.2	+ 6.1	.463	96.4	−0.2 O
85 i	16.365	94.2	.835	17.858	2	94.2	+12.1	.598	94.3	−0.1 O
85 k	16.365	94.6	.837	17.858	2	94.2	+ 2.8	.601	94.8	−0.6 O
85 l	16.365	92.1	.856	20.990	5	93.5	+ 4.6	.555	92.8	+0.7 O
85 m	16.365	91.8	.862	20.990	5	91.1	+ 2.7	.544	92.5	−1.4 O
85 s	24.358	103.2	.853	22.438	2	103.6	+ 2.4	.540	102.9	+0.7 W
85 v	24.358	101.5	.838	22.438	2	101.3	+ 0.3	.516	101.2	+0.1 W
85 w	24.358	105.0	.872	23.369	1	104.9	− 0.2	.737	104.8	+0.1 W
85 x	24.358	101.8	.835	23.369	1	103.0	+ 9.4	.704	101.7	+1.3 W
85 λ	24.358	99.9	.854	23.369	1	100.2	−13.7	.728	99.9	+0.3 W
87 d	29.523	34.3	.845	24.408	4	35.2	+14.8	.510	34.1	+1.1 W
	30.382	35.2	.937						35.0	+0.2 W
87 k	29.523	40.8	.899	28.398	1	41.9	+15.8	.774	40.8	+1.1 W
	30.382	40.4	.964						40.4	+1.5 W
87 l	29.523	38.7	.883	28.398	1	39.6	+16.6	.749	38.7	+0.9 W
	30.382	38.4	.955						38.4	+1.2 W
87 m	29.523	33.5	.838	28.398	1	32.7	+15.5	.666	33.5	−0.8 W
	30.382	33.1	.924						33.1	−0.4 W
87 n	30.382	36.4	.944	29.523	1	36.7	+19.5	.866	36.5	+0.2 W
88 a	21.506	12.1	.964	23.864	2	12.4	−21.2	.737	11.8	+0.6 O
88 b	21.506	15.7	.942	23.864	2	13.8	−15.7	.690	15.7	−1.9 O
88 c	21.506	12.6	.954	23.864	2	13.1	−12.4	.678	12.8	+0.3 O
88 d	21.506	16.6	.942	23.864	2	16.0	−20.2	.698	16.4	−0.4 O
88 n	23.369	1.0	.870	24.358	1	0.2	−13.6	.755	1.0	−0.8 O
88 q	23.369	6.0	.850	24.358	1	5.7	−21.2	.740	5.9	−0.2 O
88 ι	30.382	14.4	.833	28.960	2	13.6	−20.8	.638	14.5	−0.9 W
88 π	31.395	7.9	.876	29.434	3	7.8	−17.4	.629	7.9	−0.1 W
88 τ	31.395	6.7	.872	29.952	2	6.8	−19.0	.698	6.8	0.0 W
	Sept. 1.407	8.1	.961						8.2	−1.4 W
88 φ	Aug. 30.382	12.8 ::	.825	29.523	1	14.5	−18.4	.715	12.8	+1.7 W
88 ψ	30.382	20.1	.861	29.523	1	19.5 ::	−15.3	.749	20.1	−0.6 W
88 ω	30.382	18.6	.834	29.523	1	17.9	− 9.6	.705	18.5	−0.6 W
88 𝔞	31.395	12.7	.896	29.952	2	11.8 :	−10.5	.702	12.6	−0.8 W
	Sept. 1.407	14.2	.979						14.1	−2.3 W
88 𝔟	Aug. 31.395	10.5	.902	29.952	2	9.3	−12.1	.682	10.4	−1.1 W
	Sept. 1.407	12.4	.973						12.3	−3.0 W

Nr.	1906	L	ε/R	Vergleichswerte Datum	L'	b'	$(\varepsilon/R)'$	korr. L	dl
88c	Aug. 31.395	19°3	0.935 }	30.382 1	18°4	− 5°8	0.821	19°2	−0°8 W
	Sept. 1.407	26.8	1.001 } ::					26.5	−8.1 W
88d	Aug. 31.395	17.9	.924	30.382 1	17.7	− 3.4	.810	17.7	0.0 W
88e	31.395	16.2	.915 }	30.382 1	15.6	− 6.0	.794	16.1	−0.5 W
	Sept. 1.407	17.7	.988 }					17.4	−1.8 W
88f	Aug. 31.395	11.3	.875 }	30.382 1	10.4	− 3.6	.742	11.1	−0.7 W
	Sept. 1.407	13.3	.972 }					13.0	−2.6 W
88g	Aug. 31.395	10.0	.890	30.382 1	10.5	−17.1	.781	10.0	+0.5 W
88h	31.395	8.2	.872	30.382 1	8.6	−15.1	.753	8.2	+0.4 W
88i	31.395	4.0	.822 }	30.382 1	3.6	−10.2	.674	3.9	−0.3 W
	Sept. 1.407	5.0	.934 }					4.8	−1.2 W
88l	1.407	1.8	.917	30.888 2	0.9	−10.5	.718	1.6	−0.7 W
88m	1.407	17.4	.986	31.395 1	14.9	− 3.5	.903	17.2	−2.3 W
88n	1.407	13.5	.972	31.395 1	12.0	− 2.5	.879	13.3	−1.3 W
88o	1.407	10.1	.958	31.395 1	8.4	− 4.9	.852	9.9	−1.5 W
88p	1.407	7.9	.945	31.395 1	6.6	− 3.3	.833	7.7	−1.1 W
88q	1.407	18.5	.992	31.395 1	15.0	−11.6	.915	18.4	−3.4 W
88r	1.407	17.1	.990	31.395 1	14.8	−17.1	.923	17.1	−2.3 W
88s	1.407	12.6	.982	31.395 1	10.1	−21.9	.903	12.7	−2.6 W
88t	1.407	6.7	.958	31.395 1	4.6	−21.2	.859	6.8	−2.2 W
88u	1.407	8.1	.952	31.395 1	7.4	− 9.1	.851	8.0	−0.6 W
89a	Aug. 31.395	8.3	.834 }	28.434 3	7.2	+11.5	.491	8.1	−0.9 W
	Sept. 1.407	10.0	.948 }					9.7	−2.5 W
89k	Aug. 23.369	344.8	.952 }	28.960 2	342.0	+22.2	.294	344.1	−2.1 O
	24.358	343.9	.874 }					343.3	−1.3 O
89y	31.395	6.9	.821 }	30.382 1	6.5	+13.4	.666	6.8	−0.3 W
	Sept. 1.407	8.4	.939 }					8.3	−1.8 W
89z	1.407	6.9	.929	30.888 2	5.8	+14.6	.735	6.9	−1.1 W
89α	1.407	5.7	.922	30.888 2	4.4	+11.5	.715	5.6	−1.2 W
89ζ	3.382	342.5	.940	31.395 3	339.2	+26.0	.547	343.2	−4.0 W
89ε	3.382	339.4	.922 }	31.901 2	340.8	+22.2	.618	339.7	+1.1 W
	4.389	339.6	.984 }					340.1	+0.7 W
89η	3.382	333.9	.885	31.901 2	336.4	+23.7	.574	334.3	+2.1 W
89ϑ	3.382	341.3	.933	31.901 2	341.8	+20.1	.626	341.5	+0.3 W
89ν	3.382	339.2	.921 }	1.407 1	341.3	+24.0	.710	339.6	+1.7 W
	4.389	339.7	.984 }					340.2	+1.1 W
90h	4.389	314.5	.866 }	2.396 2	314.4	−15.3	.606	314.5	−0.1 W
	5.392	314.2	.951 }					314.1	+0.3 W
90o	4.389	317.8	.892	3.382 1	317.2	−14.5	.770	317.8	−0.6 W
90p	4.389	311.0	.832	3.382 1	310.6	−12.8	.691	310.9	−0.3 W
90q	4.389	315.5 :	.870 }	3.382 1	314.6	−13.6	.739	315.4	−0.8 W
	5.392	316.6 :	.963 }					316.5	−1.9 W
90r	4.389	318.1	.889	3.382 1	317.6	−12.1	.764	318.0	−0.4 W
90s	4.389	320.3	.899	3.382 1	320.0	− 9.5	.779	320.2	−0.2 W
90t	4.389	319.8	.905 }	3.382 1	319.8	−12.9	.788	319.7	+0.1 W
	5.392	319.2	.974 }					319.1	+0.7 W
90u	5.392	312.9 :	.942	4.389 1	313.4	−11.7	.850	312.8	+0.6 W
91	Aug. 28.398	276.4	.972 }	31.395 3	277.6	− 9.1	.602	276.7	+0.9 O
	29.523	277.3	.875 }					277.5	+0.1 O
92a	31.395	255.6	.845	1.407 1	256.5	−10.1	.704	255.7	+0.8 O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte Datum		L'	b'	(ρ/R)'	korr. L	dl
92b	Aug. 31.395	252°3	0.880	1.407	1	255°0	−11°0	0.725	252°4	+2°6 O
92c	31.395	252.9	.870	1.407	1	253.4	− 8.4	.732	253.0	+0.4 O
93a	30.382	263.6	.875	31.901	2	264.8	+ 5.0	.638	263.8	+1.0 O
93b	30.382	261.8	.891	31.901	2	263.0	+ 2.2	.664	262.0	+1.0 O
93c	30.382	257.4	.918	31.901	2	258.2	+ 6.2	.718	257.6	+0.6 O
93d	30.382	254.6	.940 }	1.407	1	256.9	+ 5.0	.657	254.9	+2.0 O
	31.395	255.8	.824 }						256.0	+0.9 O
93e	30.382	247.7	.974 }	1.407	1	249.2	+ 5.7	.750	248.0	+1.2 O
	31.395	248.5	.888 }						248.6	+0.6 O
93f	30.382	249.7	.964 }	1.407	1	253.1	+ 7.1	.702	250.0	+3.1 O
	31.395	250.9	.867 }						251.0	+2.1 O
93g	30.382	256.1	.927	31.901	2	257.2	+14.4	.730	256.2	+1.0 O
93h	30.382	252.8	.946	31.395	1	253.6	+14.5	.842	252.8	+0.8 O
93i	30.382	251.2	.954 }	1.407	1	252.4	+18.0	.718	251.1	+1.3 O
	31.395	251.9	.857 }						251.9	+0.5 O
93k	30.382	257.0	.922	31.395	1	257.1	+11.2	.807	257.1	0.0 O
93n	31.395	255.7	.826	1.407	1	255.8	+ 3.4	.671	255.9	−0.1 O
93o	31.395	246.8	.900	2.394	2	248.7	+ 7.0	.568	247.1	+1.6 O
93p	31.395	244.2	.918	1.407	1	244.3	+ 8.9	.802	244.3	0.0 O
93q	31.395	252.7	.850	1.407	1	252.7	+16.5	.712	252.7	0.0 O
93r	31.395	254.6	.834	1.407	1	254.9	+16.9	.685	254.6	+0.3 O
93s	31.395	255.3	.826	3.642	4	254.8	+14.1	.335	255.4	−0.6 O
93t	31.395	254.5	.833	1.407	1	255.2	+12.3	.676	254.6	+0.6 O
93u	31.395	250.6	.868	3.059	3	251.0	+14.6	.428	250.7	+0.3 O
93v	31.395	248.4	.886	2.394	2	248.4	+10.8	.575	248.6	−0.2 O
94a	Sept. 3.382	218.6	.820	4.389	1	219.0	− 8.2	.670	218.7	+0.3 O
94b	3.382	216.3	.843	4.389	1	217.4	− 8.4	.690	216.4	+1.0 O
94c	3.382	208.4	.908	4.389	1	209.4	− 9.8	.784	208.5	+0.9 O
94d	3.382	211.4	.903	4.890	2	213.0	−18.2	.716	211.4	+1.6 O
94e	3.382	207.4	.925	4.890	2	208.3	−16.2	.750	207.4	+0.9 O
94g	3.382	203.6	.948	4.389	1	204.5	−17.1	.852	203.6	+0.9 O
94h	3.382	200.4	.965 }	5.392	1	201.4	−20.3	.776	200.2	+1.2 O
	4.389	201.7	.878 }						201.6	−0.2 O
95a	3.382	211.2	.867	4.890	2	212.1	+21.2	.651	211.0	+1.1 O
95b	3.382	211.5	.863	4.890	2	212.3	+18.0	.638	211.5	+0.8 O
95c	3.382	208.2	.889	4.890	2	209.0	+18.1	.678	208.2	+0.8 O
95d	3.382	206.4	.903	4.890	2	207.8	+18.2	.694	206.4	+1.4 O
95e	3.382	206.6	.901	4.890	2	207.7	+19.4	.697	206.5	+1.2 O
95f	3.382	204.1	.918	4.890	2	206.2	+18.8	.712	204.0	+2.2 O
95g	3.382	200.0	.943 }	5.392	1	201.4	+18.6	.695	199.9	+1.5 O
	4.389	200.7	.841 }						200.7	+0.7 O
95h	3.382	202.0	.932	4.389	1	202.3	+20.7	.829	201.9	+0.4 O
95i	3.382	200.8	.939	4.389	1	202.0	+22.4	.833	200.7	+1.3 O
95k	3.382	194.4	.970 }	5.392	1	198.0	+20.8	.739	194.2	+3.8 O
	4.389	197.2	.873 }						197.1	+0.9 O
95l	3.382	203.9	.920	4.890	2	204.9	+16.6	.724	203.9	+1.0 O
95m	3.382	201.5	.935 }	5.392	1	202.5	+15.6	.676	201.5	+1.0 O
	4.389	201.9	.829 }						201.9	+0.6 O
95n	3.382	199.3	.947 }	5.392	1	200.0	+18.0	.710	199.2	+0.8 O
	4.389	200.4	.844 }						200.4	−0.4 O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte Datum		L'	b'	$(\rho/R)'$	korr. L	dl	
95 o	Sept. 3.382	195°2	0.967 }	5.392	1	196°3	+16°4	0.750	195°2	+1°1	O
"	4.389	195.7	.883 }						195.7	+0.6	O
95 p	4.389	195.2	.887	5.392	1	194.6	+12.2	.749	195.3	−0.7	O
95 q	4.389	197.6	.873	5.392	1	195.8	+26.5	.774	197.4	−1.6	O
97 a	25.389	43.9	.934	24.427	1	43.9	−19.8	.846	44.0	−0.1	W
97 b	25.389	36.3	.883	24.427	1	36.3	−18.8	.775	36.3	0.0	W
98 a	25.389	43.1	.894	24.427	1	42.8	+13.5	.773	43.1	−0.3	W
98 b	25.389	41.2	.879	24.427	1	40.8	+12.7	.750	41.1	−0.3	W
98 c	25.389	40.4	.872	24.427	1	40.0	+14.0	.742	40.4	−0.4	W
98 d	25.389	38.8	.858	24.427	1	39.1	+15.4	.733	38.8	+0.3	W
99 d	27.398	23.6	.952	24.908	2	23.3	− 5.6	.636	23.3	0.0	W
99 e	27.398	22.1	.946	24.908	2	22.2	− 7.5	.632	21.8	+0.4	W
99 m	27.398	17.0	.918	24.908	2	15.5	− 9.9	.562	16.8	−1.3	W

3.

Die in der letzten Spalte der vorangehenden Tabelle aufgeführten dl lassen bei der großen Unsicherheit der einzelnen Werte auf den ersten Anblick keine Gesetzmäßigkeit erkennen. Wenn sie wirklich die an die Randörter der Flocken anzubringenden Korrektionen für Refraktion und parallaktische Verschiebung darstellen, so müssen sie zweien Bedingungen genügen: sie müssen erstens am Ostrande und Westrande entgegengesetztes Vorzeichen besitzen, und sie müssen zweitens mit der Annäherung an den Sonnenrand, d. h. mit wachsendem ρ/R, größere Beträge erreichen. Vor der Weiterführung der Rechnung habe ich mich überzeugt, ob diese beiden Bedingungen tatsächlich erfüllt sind. Eine Zusammenfassung der dl nach den genannten Gesichtspunkten ergab die folgenden Mittelwerte:

West ρ/R	West dl	Ost ρ/R	Ost dl
< 0.900	+0°02	< 0.900	+0°25
0.900 bis .919	+0.27	0.900 bis .919	+0.23
.920 » .939	−0.14	.920 » .939	+0.24
.940 » .959	−0.25	.940 » .959	+0.46
.960 » .979	−1.35	.960 »	+0.61
.980 »	−2.24		

Diese Zahlen zeigen sowohl ein Anwachsen der dl mit den ρ/R als auch den Wechsel des Vorzeichens beim Übergange vom Ostrande zum Westrande. Die dl dürfen also in der Tat dem Einflusse der Refraktion und der parallaktischen Verschiebung zugeschrieben wer-

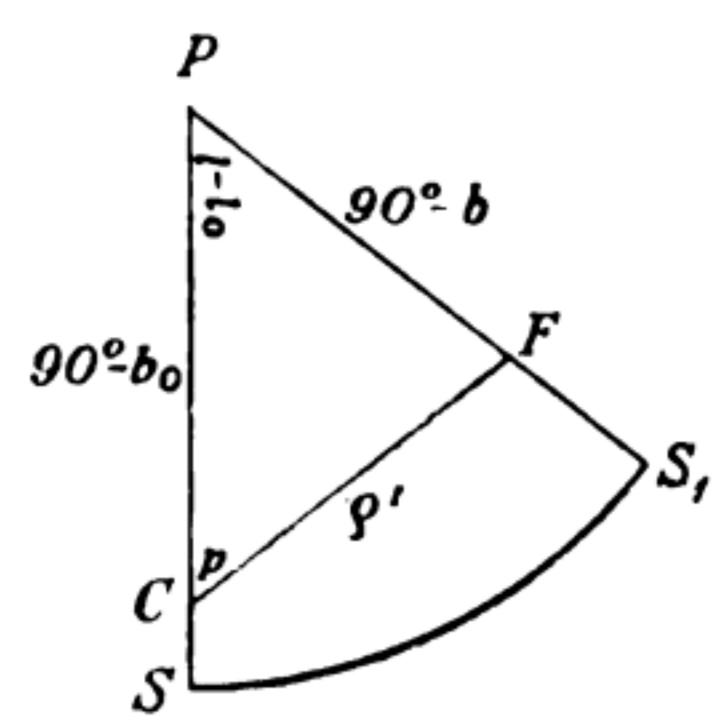
den. Eine getrennte Behandlung der Beobachtungen an den beiden Rändern ist bei der weiteren Rechnung nicht mehr erforderlich.

Die Beobachtung der Flocke 88c vom 1. September hat für dl den exorbitanten Wert von über 8° ergeben. Die Flocke erscheint auf der Aufnahme direkt auf dem Rande; rechnungsmäßig ergab sich ihr Abstand vom Mittelpunkte sogar zu 1.001. Die Unsicherheit dieser Messung ist natürlich sehr groß, so daß es sich empfehlen dürfte, dieselbe hier auszuschließen. Es verbleiben dann im ganzen 329 Bestimmungen von dl.

Aus den dl sind nun die $d\rho'$ zu berechnen, d. h. die an den heliozentrischen Abstand der Flocken anzubringenden Korrektionen. Spoerer hat als Näherung einfach $d\rho' = \pm dl \cos b$ gesetzt. Es verursacht aber nur eine geringe Mehrarbeit, wenn man die Umwandlung streng berechnet.

Es sei in Fig. 3 P der Rotationspol der Sonne, SS_1 ein Stück des Sonnenäquators, C der Mittelpunkt der scheinbaren Sonnenscheibe, F eine Flocke mit den heliozentrischen Koordinaten p und ρ' und den heliographischen Koordinaten l und b. Mit l_0 und b_0 sollen die Länge und Breite von C bezeichnet werden. Dann ist in dem Dreieck PCF

Fig. 3.



$$dl = \cos b_0 \sin p\, d\rho' - \sin b\, d\,(PFC)$$
$$\cos b\, d\,(PFC) = - \sin PFC \sin b\, d\rho'$$
$$db = - d\rho' \cos PFC.$$

Hieraus folgt schließlich:

$$dl = d\rho' \frac{\cos b_0 \sin (l - l_0)}{\cos b \sin \rho'}$$

$$db = d\rho' \frac{\sin b \cos \rho' - \sin b_0}{\cos b \sin \rho'}.$$

Aus diesen Formeln geht hervor, daß dl stets sehr nahe $= d\rho'$ ist, db dagegen nur einen Bruchteil davon ausmacht und für Flocken nahe dem Äquator fast ganz verschwindet. Für die Bestimmung der gesuchten Einflüsse sind daher die Breiten weit weniger geeignet als die Längen.

In den Formeln treten die heliographischen Koordinaten des Mittelpunktes der scheinbaren Sonnenscheibe auf (l_0, b_0). Für diesen Punkt ist $p = \rho = 0$, und es ist daher unter Beibehaltung der Spoererschen Bezeichnungs- und Berechnungsweise

$$l_0 = (\odot \pm 180° + k) + n$$
$$b_0 = m,$$

wo ⊙ die Sonnenlänge bedeutet, k das Komplement der Knotenlänge und m und n die aus den Spoererschen Tafeln mit dem Argument $\lambda + k = \odot \pm 180° + k$; $\beta = 0$ zu entnehmenden Hilfsgrößen. Somit ergibt sich die folgende kleine Tafel, aus der, da die Größe $\odot \pm 180° + k$ schon bei der Berechnung des Flockenorts gebraucht worden ist, die Werte von l_0 und b_0 (bzw. log sec b_0) leicht entnommen werden konnten.

$\odot \pm 180° + k$		n	$\odot \pm 180° + k$		b_0[1]	log sec b_0
0°	180°	+0°.00−	360°	180°	±6°.97	0.0032
10	190	+0.07−	350	170	6.86	.0031
20	200	+0.14−	340	160	6.54	.0028
30	210	+0.19−	330	150	6.02	.0024
40	220	+0.21−	320	140	5.33	.0019
50	230	+0.21−	310	130	4.47	.0013
60	240	+0.18−	300	120	3.47	.0008
70	250	+0.14−	290	110	2.38	.0004
80	260	+0.07−	280	100	1.21	.0001
90	270	+0.00−	270	90	0.00	.0000

4.

Nach der Formel $d\rho' = dl \cos b \sec b_0 \dfrac{\sin \rho'}{\sin (l - l_0)}$ sind aus den dl die $d\rho'$ berechnet worden; sie sind in der unten folgenden Tabelle in der dritten Kolumne unter der Überschrift $(d\rho')$ mitgeteilt. Dieselben bedürfen aber noch einer Korrektion, da ihnen die Voraussetzung zugrunde liegt, daß der Einfluß der Refraktion und Parallaxe auf die als Vergleichswerte benutzten Örter zu vernachlässigen sei. Unter diesen befinden sich aber, wie bereits oben erwähnt wurde, zum Teil Örter, die selbst nicht weit vom Rande entfernt waren, bei denen also jene Voraussetzung keineswegs zutrifft. Um jedoch den auf diese Weise begangenen Fehler in Rechnung stellen zu können, ist bereits eine Kenntnis der Korrektion für Refraktion und Höhenparallaxe erforderlich. Man kann somit nur auf dem Wege mehrfacher Näherungen zum Ziele gelangen.

Zur Ausführung dieser Rechnungen wurden die $(d\rho')$ nach wachsenden Werten von ρ/R geordnet und dann in der unten folgenden Tabelle durch Striche angedeuteten Weise zu 6 Mittelwerten zusammengefaßt, denen ihren mittleren Fehlern entsprechend ungleiches Gewicht beigelegt wurde. Nach mehreren Näherungen ergab sich dann schließlich:

$$d\rho' = -0°.180 \operatorname{tang} (\rho' + \rho).$$

[1] b_0 hat das Vorzeichen von cos $(\odot \pm 180° + k)$.

Hiernach sind an die $(d\rho')$ die folgenden Verbesserungen anzubringen:

—0°1	für	Werte	der	$(\rho/R)'$	von	0.268	ab
—0.2	»	»	»	»	»	0.641	»
—0.3	»	»	»	»	»	0.812	»
—0.4	»	»	»	»	»	0.890	»
—0.5	»	»	»	»	»	0.929	».

Da der größte Wert von $(\rho/R)'$, der in den Messungen vorkommt, 0.923 beträgt, so erreicht die Verbesserung im Höchstfalle den Betrag von —0°4. Werden die $(d\rho')$ in dieser Weise korrigiert, so ergeben sich die in der vierten Kolumne der folgenden Tabelle zusammengestellten Werte von $d\rho'$.

ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$
0.820	0.509	0°0	−0°1	0.835	0.704	+1°3	+1°1	0.859	0.675	−0°6	−0°8
0	.686	−0.4	−0.6	7	.550	−0.6	−0.7	.861	.553	+0.7	+0.6
0	.463	+0.2	+0.1	7	.601	+0.6	+0.5	1	.749	−0.6	−0.8
0	.670	−0.3	−0.5	8	.367	+0.8	+0.7	2	.743	+0.7	+0.5
1	.660	−0.7	−0.9	8	.516	+0.1	0.0	2	.719	−0.4	−0.6
1	.477	−0.9	−1.0	.838	.666	−0.8	−1.0	2	.553	+0.6	+0.5
1	.666	−0.3	−0.5	.841	.695	−0.7	−0.9	2	.544	+1.4	+1.3
2	.674	−0.3	−0.5	2	.728	−0.8	−1.0	3	.392	+0.8	+0.7
4	.690	+0.5	+0.3	2	.619	+0.5	+0.4	3	.638	−0.8	−0.9
4	.657	−0.9	−1.1	2	.458	+3.1	+3.0	5	.576	+1.0	+0.9
5	.692	+1.4	+1.2	3	.690	−1.0	−1.2	6	.414	−2.7	−2.8
5	.715	+1.8	+1.6	4	.710	+0.4	+0.2	6	.606	−0.1	−0.2
6.	.613	−0.4	−0.5	5	.423	−1.7	−1.8	7	.401	−0.3	−0.4
6	.391	−0.8	−0.9	5	.510	+1.1	+1.0	7	.702	−2.1	−2.3
6	.712	+0.3	+0.1	5	.704	−1.0	−1.2	7	.651	−1.0	−1.2
6	.671	+0.1	−0.1	6	.534	+1.0	+0.9	8	.568	+0.2	+0.1
6	.335	+0.6	+0.5	6	.719	+0.6	+0.4	8	.741	−0.4	−0.6
7	.619	+1.0	+0.9	7	.520	−0.2	−0.3	8	.428	−0.3	−0.4
7	.678	0.0	−0.2	.849	.110	−0.8	−0.8	.869	.551	+0.1	0.0
8	.526	+0.7	+0.6	.850	.740	+0.2	0.0	.870	.728	−0.7	−0.9
8	.686	+1.0	+0.8	0	.712	0.0	−0.2	0	.755	+0.8	+0.6
8	.495	0.0	−0.1	1	.540	+0.2	+0.1	0	.739	−0.8	−1.0
.829	.676	−0.6	−0.8	3	.552	+0.9	+0.8	0	.732	−0.4	−0.6
.830	.661	−1.7	−1.9	3	.662	−1.3	−1.5	2	.737	+0.1	−0.1
2	.526	−0.5	−0.6	3	.540	+0.7	+0.6	2	.698	0.0	−0.2
2	.595	−0.2	−0.3	4	.728	+0.3	+0.1	2	.753	+0.4	+0.2
2	.582	−0.2	−0.3	5	.510	−1.3	−1.4	2	.742	−0.4	−0.6
2	.691	−0.3	−0.5	6	.576	+1.0	+0.9	3	.646	−0.2	−0.4
3	.638	−0.9	−1.0	6	.695	−2.2	−2.4	3	.342	−0.4	−0.5
3	.676	−0.6	−0.8	6	.555	−0.7	−0.8	3	.446	+0.9	+0.8
4	.705	−0.6	−0.8	7	.718	−0.5	−0.7	3	.430	+0.8	+0.7
4	.491	−0.9	−1.0					3	.739	−0.8	−1.0
4	.685	−0.3	−0.5	8	.600	−1.2	−1.3	3	.774	+1.5	+1.3
5	.245	+1.5	+1.5	8	.733	+0.3	+0.1	4	.552	+0.3	+0.2
5	.598	+0.1	0.0	9	.554	−1.3	−1.4	4	.754	+0.9	+0.7

ρ/R	(ρ/R)'	(dρ')	dρ'	ρ/R	(ρ/R)'	(dρ')	dρ'	ρ/R	(ρ/R)'	(dρ')	dρ'
0.874	0.294	+1°2	+1°1	0.899	0.712	+0°9	+0°7	0.924	0.666	−0°4	−0°6
5	.742	−0.7	−0.9	9	.607	−0.5	−0.6	4	.810	0.0	−0.2
5	.602	−0.1	−0.2	9	.774	+1.1	+0.9	5	.750	−0.9	−1.1
5	.638	−1.0	−1.1	0.899	.779	−0.2	−0.4	6	.578	−0.3	−0.4
6	.629	−0.1	−0.2	.900	.587	−1.5	−1.6	7	.728	−0.3	−0.5
7	.519	+1.9	+1.8	0	.771	−0.4	−0.6	7	.823	−0.2	−0.5
7	.554	−0.9	−1.0	0	.568	−1.6	−1.7	7	.619	+1.8	+1.7
8	.595	+0.7	+0.6	1	.785	+0.9	+0.7	7	.732	−0.3	−0.5
8	.776	+0.2	0.0	1	.697	−1.1	−1.3	7	.730	−1.0	−1.2
9	.674	−1.3	−1.5	2	.682	−1.1	−1.3	8	.613	−0.6	−0.7
.879	.750	−0.3	−0.5	3	.716	−1.6	−1.8	8	.582	+1.2	+1.1
.880	.338	−0.6	−0.7	3	.694	−1.3	−1.5	8	.495	−0.5	−0.6
0	.725	−2.6	−2.8	4	.580	−0.7	−0.8	.929	.735	−1.1	−1.3
1	.704	−0.7	−0.9	5	.611	−1.3	−1.4	.931	.391	−0.5	−0.6
3	.749	+0.9	+0.7	5	.645	+1.5	+1.3	2	.367	+1.3	+1.2
3	.750	−0.6	−0.8	5	.788	+0.1	−0.1	2	.350	−0.1	−0.2
3	.775	0.0	−0.2	6	.582	+0.5	+0.4	2	.678	+0.4	+0.2
4	.761	+0.1	−0.1	6	.799	+1.7	+1.5	2	.829	−0.4	−0.7
4	.603	+0.1	0.0	8	.805	+0.4	+0.2	3	.824	−1.1	−1.4
5	.660	−1.2	−1.4	8	.496	+1.0	+0.9	3	.626	+0.3	+0.2
5	.574	+1.9	+1.8	.908	.784	−0.9	−1.1	4	.478	+2.5	+2.4
6	.392	−0.2	−0.3	.910	.804	+1.4	+1.2	4	.845	+1.2	+0.9
6	.443	+0.3	+0.2	0	.818	+0.8	+0.5	4	.674	−1.2	−1.4
6	.575	+0.2	+0.1	1	.622	−0.2	−0.3	4	.846	−0.1	−0.4
7	.388	+0.1	0.0	1	.650	+1.2	+1.0	5	.619	+0.1	0.0
7	.749	+0.7	+0.5	3	.658	+2.0	+1.8	5	.521	−0.7	−0.8
8	.676	−0.8	−1.0	3	.519	+1.6	+1.5	5	.821	−0.8	−1.1
8	.750	−0.6	−0.8	3	.805	+0.4	+0.2	5	.676	−1.0	−1.2
				5	.794	−0.5	−0.7	6	.490	+0.9	+0.8
9	.354	+0.3	+0.2	7	.718	−0.7	−0.9	7	.510	+0.2	+0.1
9	.453	+2.9	+2.8	8	.477	+0.7	+0.6	9	.245	+1.3	+1.3
9	.764	−0.4	−0.6	8	.718	−0.6	−0.8	9	.865	+1.8	+1.5
.889	.678	−0.8	−1.0	8	.802	0.0	−0.2	9	.666	−1.8	−2.0
.890	.700	+0.1	−0.1	8	.712	−2.1	−2.3	.939	.833	−1.2	−1.5
0	.781	+0.5	+0.3	8	.562	−1.3	−1.4	.940	.843	+0.9	+0.6
1	.778	+0.5	+0.3	9	.645	−0.4	−0.6	0	.824	−2.1	−2.4
1	.458	−0.6	−0.7	.919	.679	−0.3	−0.5	0	.831	−1.2	−1.5
1	.664	−1.0	−1.2	.920	.595	−0.4	−0.5	0	.547	−3.6	−3.7
2	.531	+1.6	+1.5	0	.472	+0.2	+0.1	0	.657	−2.0	−2.2
2	.768	−0.4	−0.6	0	.509	+1.6	+1.5	1	.423	−0.9	−1.0
2	.770	−0.6	−0.8	0	.830	+1.6	+1.3	1	.686	0.0	−0.2
3	.757	−1.6	−1.8	0	.724	−1.0	−1.2	2	.488	−0.9	−1.0
4	.358	−0.7	−0.8	1	.710	+1.6	+1.4	2	.690	+1.9	+1.7
4	.773	−0.3	−0.5	2	.498	−0.8	−0.9	2	.698	+0.4	+0.2
5	.600	−1.2	−1.3					2	.850	+0.6	+0.3
5	.542	−0.9	−1.0	2	.715	−1.2	−1.4	3	.445	+1.7	+1.6
6	.523	+0.6	+0.5	2	.618	+1.0	+0.9	3	.695	−1.4	−1.6
6	.687	−0.8	−1.0	2	.807	0.0	−0.2	4	.831	−1.8	−2.1
6	.702	−0.8	−1.0	4	.526	+0.8	+0.7	4	.866	+0.2	−0.1
8	.768	−1.3	−1.5	4	.802	−1.2	−1.4	5	.550	−1.4	−1.5
9	.570	−0.9	−1.0	4	.824	+1.6	+1.3	5	.861	+1.2	+0.9

ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$
0.945	0.833	−1°1	−1°4	0.958	0.852	−1°5	−1°8	0.972	0.602	−0°9	−1°0
6	.842	−0.8	−1.1	8	.859	−2.1	−2.4	3	.682	−3.0	−3.2
6	.632	+0.4	+0.3	.959	.863	−2.4	−2.7	4	.695	−0.9	−1.1
7	.554	−0.3	−0.4	.961	.698	−1.4	−1.6	4	.788	+0.7	+0.5
7	.710	−0.8	−1.0	2	.414	−3.8	−3.9	4	.750	−1.2	−1.4
8	.491	−2.5	−2.6	2	.743	−0.6	−0.8	6	.328	+0.9	+0.8
8	.852	−0.9	−1.2	3	.739	−1.9	−2.1	6	.805	+1.2	+1.0
.949	.838	−2.2	−2.5	4	.761	+0.6	+0.4	7	.778	−0.5	−0.7
.950	.719	+0.3	+0.1	4	.774	+1.5	+1.3	9	.561	+0.4	+0.3
				4	.737	−0.6	−0.8	.979	.702	−2.3	−2.5
0	.110	−1.2	−1.2	4	.702	−3.1	−3.3	.982	.903	−2.4	−2.8
1	.606	+0.3	+0.2	5	.776	−1.2	−1.4	4	.800	−1.3	−1.5
2	.851	−0.6	−0.9	7	.420	−0.2	−0.3	4	.618	+0.7	+0.6
2	.294	+1.9	+1.8	7	.392	−0.3	−0.4	4	.710	+1.0	+0.8
2	.636	0.0	−0.1	7	.338	−1.1	−1.2	6	.810	+0.3	+0.1
4	.513	+0.9	+0.8	7	.768	+0.1	−0.1	6	.785	−2.0	−2.2
4	.553	+0.9	+0.8	7	.750	−1.1	−1.3	6	.903	−2.3	−2.7
4	.678	−0.3	−0.5					.988	.794	−1.8	−2.0
4	.718	−1.2	−1.4	9	.587	−2.3	−2.4	.990	.550	+0.6	+0.5
5	.549	−0.8	−0.9	9	.520	−1.7	−1.8	0	.923	−2.2	−2.6
5	.568	+2.1	+2.0	9	.700	−1.1	−1.3	2	.915	−3.4	−3.8
5	.749	+1.2	+1.0	9	.525	−2.0	−2.1	3	.823	−2.2	−2.5
6	.704	−0.2	−0.4	.969	.866	−2.5	−2.8	3	.570	+0.6	+0.5
6	.446	+2.5	+2.4	.970	.739	−3.6	−3.8	3	.509	−1.7	−1.8
7	.552	−0.3	−0.4	2	.742	−2.6	−2.8				
8	.529	−0.1	−0.2	2	.879	−1.3	−1.6				

Faßt man die $d\rho'$ wieder in der durch die Striche bezeichneten Weise zusammen, so erhält man die folgende Übersicht, die wohl keiner Erläuterung bedarf.

n	ρ/R	$\rho'+\rho$	$d\rho'$	m. F.	p	R	$B-R$
66	0.836	56°72	−0°20	±0°114	5	−0°27	+0°07
66	0.873	60.81	−0.26	0.115	5	−0.32	+0.06
66	0.904	64.69	−0.24	0.131	4	−0.38	+0.14
66	0.936	69.39	−0.45	0.149	3	−0.48	+0.03
33	0.959	73.54	−0.59	0.252	1	−0.61	+0.02
32	0.980	78.53	−1.42	0.255	1	−0.89	−0.53

Aus den in der vierten Kolumne aufgeführten Werten von $d\rho'$ ergibt sich unter Benutzung der in der fünften Spalte angegebenen Gewichte p nach der Methode der kleinsten Quadrate als Endwert

$$d\rho' = -0°180 \text{ tang } (\rho'+\rho)$$

mit dem mittleren Fehler ±0°028. Aus den beiden letzten Kolumnen ist ersichtlich, daß die Darstellung der Beobachtungen durch diese Formel nicht sehr gut ist. Der letzte Wert fällt stark heraus und

beeinflußt das Resultat wesentlich. Schließt man ihn aus und legt der Rechnung nur die ersten fünf Werte mit im ganzen 297 Bestimmungen zugrunde, so wird

$$d\rho' = -0^\circ\!.147 \operatorname{tang}(\rho' + \rho), \text{ m. F.} = \pm 0^\circ\!.011,$$

und man erhält die folgende, gute Darstellung

B	R	$B-R$
−0°.20	−0°.22	+0°.02
−0.26	−0.26	0.00
−0.24	−0.31	+0.07
−0.45	−0.39	−0.06
−0.59	−0.50	−0.09.

Trotz der hierdurch wesentlich verbesserten Darstellung scheint mir doch keine Berechtigung vorzuliegen, den letzten Wert auszuschließen. Die starke Abweichung desselben muß wohl der größeren Unsicherheit zur Last gelegt werden, mit der er behaftet ist, da die Messungen am Rande erheblich schwieriger auszuführen sind und bereits kleine Messungsfehler bei ihnen einen großen Einfluß auf die heliographischen Örter ausüben. Als Endergebnis meiner Messungen betrachte ich daher die obige Formel

$$\boldsymbol{d\rho' = -0^\circ\!.180 \operatorname{tang}(\rho' + \rho)}.$$

5.

Bei den Sonnenflecken haben die beiden in Abschnitt 1 erwähnten Untersuchungen zu den Gleichungen geführt:

$$\text{Spoerer: } d\rho' = +0^\circ\!.122 \operatorname{tang}(\rho + \rho')$$
$$\text{Capon: } d\rho' = +0.332 \operatorname{tang}(\rho + \rho').$$

Nimmt man aus diesen beiden Bestimmungen das Mittel, so wird für die Flecke:

$$d\rho' = +0^\circ\!.23 \operatorname{tang}(\rho + \rho').$$

Dagegen ist für die Kalziumflocken:

$$d\rho' = -0^\circ\!.18 \operatorname{tang}(\rho + \rho').$$

Wie schon wiederholt hervorgehoben worden ist, entspricht bei den Flecken die Korrektion dem Einflusse von Refraktion + Tiefenparallaxe, bei den Flocken dagegen von Refraktion — Höhenparallaxe. Wollte man annehmen, daß die Refraktion ganz zu vernachlässigen, die Korrektion also in beiden Fällen ausschließlich als Ausdruck der parallaktischen Verschiebung aufzufassen sei, so würde aus den obigen Zahlen folgen[1], daß sich das mittlere Niveau der Flecke 3″.8 unter dem

[1] Es ist $dR = \frac{R \sin x}{1 \pm \sin x}$, wenn R den Sonnenhalbmesser bedeutet und x den Koeffizienten von $\operatorname{tang}(\rho + \rho')$. Das positive Vorzeichen gilt für eine Tiefenparallaxe, das negative für eine Höhenparallaxe.

Niveau der Photosphäre befindet, das der Kalziumflocken dagegen 3."0 darüber. Für die Flecke stellt die gefundene Parallaxe einen Maximalwert dar, für die Flocken dagegen einen Minimalwert. In dem Maße, wie man den Anteil der Refraktion an den Werten für $d\rho'$, statt, wie eben geschehen, ihn ganz zu vernachlässigen, höher ansetzt, verringert sich die Tiefe, die sich für die Flecke ergibt, und vergrößert sich die Höhe für die Flocken. Wird bei den Flecken die ganze Korrektion der Refraktion zur Last gelegt, die Flecke also im Niveau der Photosphäre angenommen — eine Annahme, die sicherlich unzutreffend ist —, so findet man für die Flocken als größte überhaupt mögliche Höhe 6."9. Hierbei ist allerdings die Voraussetzung gemacht, daß die Refraktion die scheinbare Bewegung der Flecke und der Flocken in gleicher Weise beeinflußt. Diese Annahme ist in aller Strenge schwerlich zutreffend, da die Atmosphäre der Sonne in dem tieferen Niveau der Flecke jedenfalls dichter ist und daher auch eine stärkere Refraktion ausüben muß als in den höheren Schichten, in denen sich die Flocken bewegen. Die Unterschiede aber, die daraus hervorgehen können, dürften wohl so gering sein, daß sie bei der großen Unsicherheit, die allen diesen Betrachtungen noch anhaftet, schwerlich ins Gewicht fallen. Läßt man also diese Voraussetzung gelten, so fällt die Wirkung der Refraktion aus der Differenz zwischen den für die Flecke und die Flocken gefundenen Höhen heraus, und man darf es daher wohl als ein leidlich sicher verbürgtes Beobachtungsergebnis ansehen, daß sich das mittlere Niveau der Kalziumflocken rund 7", d. h. etwa 5 000 km über dem der Fleckenkerne befindet. Die Flocken müssen sich dabei, wie wir gesehen haben, in einer Höhe von mindestens 3."0 und höchstens 6."9 über der Photosphäre bewegen. Die Maximalhöhe beruht auf der bestimmt unzutreffenden Voraussetzung, daß die Flecke überhaupt keine Tiefenparallaxe besitzen. Aber auch abgesehen von diesem Argumente, würde eine Höhe der Flocken von fast 7" im höchsten Grade unwahrscheinlich sein, da in diesem Falle ihre Erhebung über der Photosphäre am Sonnenrande unmittelbar müßte gemessen werden können. Man wird aus diesen Gründen geringere Höhen jedenfalls als sehr viel wahrscheinlicher ansehen und somit zu dem Ergebnis kommen, daß in den aus der scheinbaren Bewegung der Flecke und Flocken abgeleiteten Korrektionen der heliozentrischen Distanzen die Refraktion eine geringere Rolle spielt als die parallaktische Verschiebung. Eine sichere Entscheidung hierüber ist aber aus dem bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial nicht zu erlangen.

Ausgegeben am 26. Juli.

SITZUNGSBERICHTE 1917.

XXXV.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

1. Hr. Sachau sprach von der ältesten Geschichte und Verfassung des Christentums in asiatischen Ländern. (Ersch. später.)

Die älteste staats- und kirchenrechtliche Verfassung, ein Werk des Konzils zu Seleucia vom Jahre 410, stellt sich dar als eine Reformgesetzgebung, welche dadurch besonders lehrreich ist, daß den Gegenstand dieser Reform die so wenig bekannten Gewohnheiten und Rechtsanschauungen der orientalischen Urkirche bilden, wie sie sich aus dem apostolischen Zeitalter in lokaler Getrenntheit bis zu der vollendeten Episkopalkirche und Patriarchatsverfassung des genannten Jahres entwickelt hat. In der Verbreitung des Christentums nach Osten wurde besonders die Christianisierungslegende von Margiana-Merw, von wo die Mission zu den Türkvölkern vorgedrungen ist, behandelt und das Bestehen des margianischen Christentums an der Hand arabischer Schriftsteller bis zum Jahre Tausend nach Christi Geburt nachgewiesen.

*2. Hr. Morf macht eine Mitteilung über die Etymologie von franz. *habiller*.

Dieses Wort hat mit dem kirchlichen Lehnwort *habit* nichts zu tun. *Habiller* (*abilie*) 'zurüsten', 'bekleiden', *débiller* (dialektisch) 'entkleiden' sind Ableitungen von *biller*, das in der technischen Sprache und in Mundarten noch lebt als 'winden', 'packen', 'schnüren', 'kleiden' und selbst von *bille* (keltischer Herkunft) 'Packstock', 'Windestock' herkommt. Das 'kleiden', 'einkleiden' ist als 'schnüren', 'einpacken' aufgefaßt und entsprechend der deutschen Metapher 'sich packen' findet sich im mittelalt. Französisch *biller, s'en biller* im Sinne von 'laufen', 'rennen', 'fliehen'.

3. Hr. Morf legte eine Mitteilung des Hrn. Prof. Dr. H. Urtel in Hamburg vor: Zum Iberischen in Südfrankreich. (Ersch. später.)

Eine Durchsicht des südfranzösischen Wortschatzes, wie ihn Gilliérons Atlas linguistique de la France uns vermittelt hat, ergab die Möglichkeit, die Verwandtschaft einer Reihe von südfranzösischen Ausdrücken mit echt baskischen Wörtern festzustellen. Die Untersuchung zeigte, daß dem Baskischen verwandte Wörter nicht nur in der Nähe des heutigen baskischen Sprachgebietes noch leben, also im Bearnischen und Gaskognischen, sondern vor allem in dem weiten Gebiete languedokischer Mundarten. Die iberische Einflußsphäre reicht also — lediglich auf Grund dieser sprachlichen

Indizien umgrenzt — im Osten bis an die Rhone, im Norden bis zum Massiv der Auvergne und im Nordwesten bis ins Herz der Dordogne, ja bis nach H^{te}-Vienne hinein. Dieser örtlichen Ausdehnung lebenden iberischen Wortmaterials entspricht nun durchaus die Lage von solchen Orten, deren Namen iberische Herkunft zeigen. 53 südfranzösische Ortsnamen wurden behandelt und ihre geographische Verteilung ebenso wie die der einzelnen iberischen Worttypen in zwei beiliegenden Karten zur Anschauung gebracht.

Ausgegeben am 26. Juli.

SITZUNGSBERICHTE

1917.

XXXVI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

19. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

1. Hr. Diels sprach Über die von Prokop beschriebene Kunstuhr von Gaza. (Ersch. später.)

Nach einem Überblick über die Entwickelung der Gnomonik (Uhrmachertechnik) im Altertum und ihre Übertragung durch byzantinische, arabische und spanische Vermittelung auf das Mittelalter und die Neuzeit ward ein Modell der von Prof. Rehm (München) wiederhergestellten Salzburger astronomischen Uhr (*horologium anaphoricum* des Vitruv) vorgezeigt und auf Grund einer neuen Bearbeitung des griechischen Textes die Rekonstruktion der von Prokopios von Gaza (um 500 n. Chr.) beschriebenen Kunstuhr seiner Vaterstadt an einer Skizze des Regierungsbaumeisters Dr. Krischen erläutert.

2. Hr. Diels legte ferner eine Mitteilung des Hrn. Prof. Dr. Hermann Degering in Berlin vor, betitelt: Ein Alkoholrezept aus dem 8. Jahrhundert.

Es wird durch Vergleichung zweier mittelalterlicher Alkoholrezepte, des längst bekannten aus einer Hs. des Hospitals in S. Gimignano s. XII und eines bisher unbekannten aus einer für die hiesige Königliche Bibliothek erworbenen Hs. s. XII aus Weißenau (Augia minor), die auf einem Schutzblatt unter anderen Eintragungen des XIII. s. auch jenes Rezept enthält, der gemeinsame Ursprung dieser Rezepte nachgewiesen. Die stark verderbten Worte beider Fassungen lassen sich paläographisch durch einige Mittelglieder mit Sicherheit auf einen Archetypus des VIII. s. zurückführen, was mit der übrigen Tradition dieser Rezepte (Mappae clavicula u. a.) stimmt. Dadurch ist die Herkunft dieses Alkoholrezeptes aus der Tradition des Altertums erwiesen.

3. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. F. W. K. Müller in der Sitzung der philosophisch-historischen Klasse vom 12. Juli vorgelegten Arbeit des Hrn. Prof. Dr. W. Bang in Darmstadt: »Vom Köktürkischen zum Osmanischen« in die Abhandlungen des Jahres 1917.

Die Besprechung der Interrogativa *nä* und *no* gibt dem Verfasser die Gelegenheit, auf die Bildung des Genitivs, Dativs und Akkusativs der pronominalen und nomi-

nalen Deklination einzugehen, sodann die pronominalen Stämme *a-*, *bä-* und ihre Erweiterungen zu erläutern. Die Erklärung des uig. *adïn* als Ablativ zu *a-* führt zur Etymologie von *kidin* < **ki-din*; zu einem Stamme **ki-* wird u. a. das kökt. uig. *kisrä* gestellt. Einige erstarrte und verschollene Kasussuffixe werden dabei untersucht, die nach Ansicht des Verfassers sich in der Deklination und Stammbildung sowie in der Flexion des Verbums festgesetzt hätten.

Ein Alkoholrezept aus dem 8. Jahrhundert.

Von Prof. Dr. H. DEGERING
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. DIELS.)

Die Königliche Bibliothek in Berlin erwarb vor kurzem aus dem Hiersemannschen Antiquariat in Leipzig eine aus der Bibliothek des württembergischen Prämonstratenserklosters Weißenau (Augia minor) stammende Pergamenthandschrift des 12. Jahrhunderts, die in fünf Bänden die Bücher 1—27 von Gregors Moralia enthält. Sie ist als Ms. lat. qu. 761—5 dem Handschriftenbestande der Bibliothek eingereiht. Die Beschreibung der ganzen Handschrift muß den Mitteilungen aus der Königlichen Bibliothek vorbehalten bleiben, hier soll aber kurz von einem interessanten kleinen Stücke Kenntnis gegeben werden, das sich im vierten Bande derselben eingetragen findet.

In diesem Bande ist nämlich hinten ein aus einem ursprünglich doppelt so großen, gefaltet und geheftet gewesenen Blatte zurechtgeschnittenes Schutzblatt eingeheftet, das von verschiedenen Händen des 13. Jahrhunderts geschriebene medizinische Regeln und Rezepte enthält, unter ihnen auch das, von dem hier die Rede sein soll, nämlich ein Rezept zur Bereitung von Alkohol: aqua ardens.

Das Doppelblatt, aus dem dieses Schutzblatt (es ist das einzige, das sich in den fünf Bänden findet) zurechtgeschnitten ist, hat vordem als leeres Doppelschutzblatt in demselben Bande, in welchem es jetzt durch Beschneiden an drei Seiten fast um die Hälfte verkleinert und quer zu seiner ursprünglichen Schriftlage hinten eingeheftet ist, vorn seinen Platz gehabt. Es wird das unzweifelhaft erwiesen durch die mathematische Genauigkeit, mit der die Abstände der Fadenlöcher, welche in der alten, jetzt quer durch das Blatt gehenden Bruchlinie des Blattes zutage treten, mit denen der Bünde des Bandes selbst übereinstimmen und durch die starke Bräunung, welche die Vorderseite der ersten Blatthälfte offenbar unter dem Einflusse der Gerbsäure eines Eichenholzdeckels erfahren hat, sowie durch die Rost-

spur eines Nagels vom Beschlage dieses Holzdeckels, die sich auf derselben Blatthälfte findet.

Die Handschrift selbst ist im 12. Jahrhundert, wohl kaum lange nach der Klostergründung (1145), geschrieben, die Eintragung der Rezepte auf die Innenseiten des, wie gesagt, ursprünglich leer dem Bande vorgehefteten Doppelschutzblattes ist der Schrift (oder vielmehr den Schriften) nach in den Anfang des 13. Jahrhunderts zu datieren. Die verschiedenen Schreiber dieser Rezepte, die mehrfach untereinander wechseln, ordneten ihre Eintragungen in zwei Spalten an und befleißigten sich alle, abgesehen vom letzten, einer außerordentlich kleinen Schrift, deren Entzifferung auch infolge reichlicher Verwendung von Abkürzungen nicht immer ganz leicht ist. Im ganzen sind von den vier Spalten der beiden Blattseiten $2\frac{1}{4}$ Spalten[1] beschrieben, und unser neues Alkoholrezept ist das erste der letzten Spalte, welche unsere Abbildung der bequemeren Lesung wegen in genau doppelter linearer Vergrößerung wiedergibt.

Eigentlich ist es unrichtig, das Rezept als neu zu bezeichnen, denn wir kennen es bereits aus einer Handschrift des Hospitals in San Gimignano, aus der es Francesco Puccinotti in seiner Geschichte der Medizin abgedruckt hat[2]. Aus Puccinottis Buche hat P. Richter dasselbe in seine »Beiträge zur Geschichte der alkoholhaltigen Getränke bei den orientalischen Völkern und des Alkohols«[3] übernommen

[1] Von der ersten Spalte ist der größte Teil beim Beschneiden weggeschnitten, so daß nur die Zeilenschlüsse zu etwa $\frac{1}{3}$ der Zeilen erhalten geblieben sind. Von der ersten und zweiten Spalte fehlt außerdem das untere Ende mit etwa 10 Zeilen. Die in Spalte 2 erhaltenen Rezepte und Regeln sind folgende:

1. De signis mortis instantis. (Verse.)
2. Potio ad eas quae non possunt concipere.
3. Ad parturiendum.
4. Potio filicis contra conceptionem.
5. Potio ad conceptionem.
6. Fomentum pro vigiliarum instantia.
7. Potio ad somnum provocandum.
8. Ad spleneticos.
9. Ad sitim tollendum et febrem.
10. Item.
11. Ad menstrua provocanda.
12. Versus de ponderibus [nur der Anfang].
13. Optimum experimentum contra sudorem.
14. Oxilodicium mirabile positum ab Alexandro.
15. Ad stultum deridendum. [Mit Geheimschrift. Vokale durch Punkte ersetzt.]
16. Quod si vis facere stellam albam in fronte equi. [Gleiche Geheimschrift.] Schluß fehlt.

[2] Siehe Puccinotti, Storia della medicina. Vol. 2. p. 1. Livorno 1855. Documenti pag. LXIV.

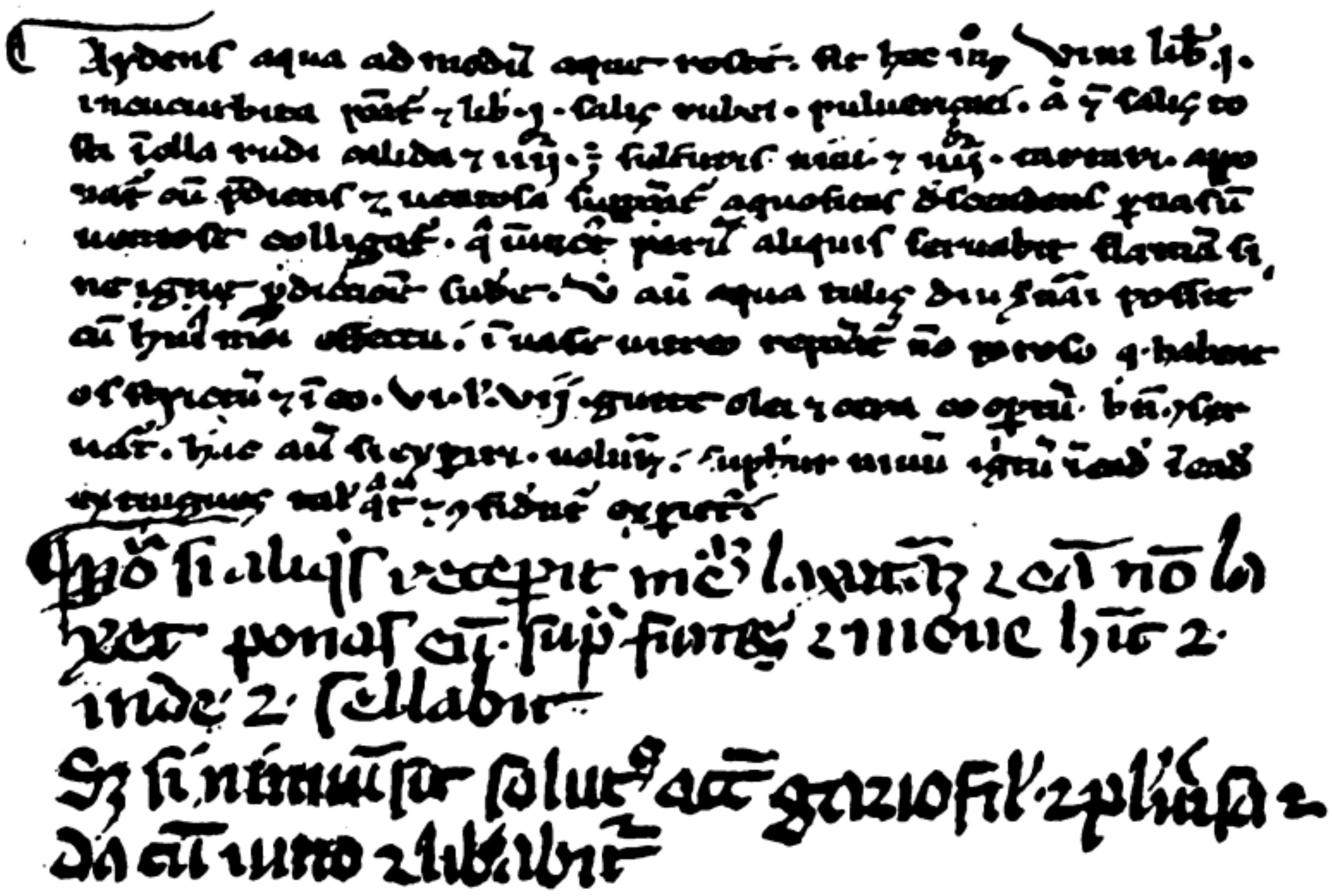
[3] Siehe Archiv f. d. Gesch. d. Naturwissensch. u. d. Technik. Bd. 4. (1913.) S. 442 ff.

und von neuem die Aufmerksamkeit darauf gelenkt. Puccinotti setzt die Handschrift von San Gimignano in das 12. Jahrhundert, wogegen von Lippmann in seinen Beiträgen zur Geschichte des Alkohols[1] Bedenken erhebt, zu denen die genaue Beschreibung P.s nicht die geringste Veranlassung gibt. Ein Versuch, den Hr. Diels aus Anlaß der von Lippmannschen Anzweiflung gemacht hat, die Handschrift in San Gimignano bzw. in Florenz ausfindig zu machen und Datierung und Lesungen P.s nachprüfen zu lassen, ist ergebnislos verlaufen, da ihr Verbleib nicht zu ermitteln war. Ich finde aber in dem, was P. überliefert, durchaus keinen Anstoß, der uns berechtigte, seine Lesungen in irgendwelchen Einzelheiten anzuzweifeln. Meist ist ja auch gerade die Schrift des 12. Jahrhunderts so klar und deutlich in ihren Formen und so sparsam einerseits und regelmäßig anderseits in der Verwendung von Kompendien und Abbreviaturen, daß sie selten besondere Schwierigkeiten für ihre Entzifferung bietet. Um so unwahrscheinlicher ist es aber, daß P., der doch reiche Erfahrung und Übung auf diesem Gebiete besaß, irgend etwas aus seiner Vorlage unrichtig wiedergegeben haben sollte. Wir können deshalb auch wohl ohne besondere Irrtumsgefahr die Lesungen P.s als sichere Grundlage für eine Untersuchung über das Verhältnis der neuen Weißenauer Überlieferung zu der von San Gimignano ansehen und verwenden. Ich betone diesen Umstand deshalb so nachdrücklich, weil ich im folgenden aus den Abweichungen beider Überlieferungen voneinander und besonders aus ihren Fehlern den Nachweis zu führen unternehme, daß sie letzten Endes beide auf eine gemeinsame Vorlage des 8. Jahrhunderts zurückgehen. Natürlich liegt es mir fern, zu behaupten, daß beide direkt aus dieser Vorlage abgeschrieben sind; vielmehr ist das ganz sicher nicht der Fall, sondern man muß voraussetzen, daß von jeder aus mehrere Zwischenglieder rückwärts zu dem zu rekonstruierenden Archetypus führen; aber auch bei weitgehendster Berücksichtigung dieses Umstandes ergeben sich doch so viele, meiner Ansicht nach sichere Anhaltspunkte für die gemeinsame Herkunft aus einer einzigen, in insularer Schrift geschriebenen Quelle, daß ich hoffen darf, auch andere mit meiner Beweisführung zu überzeugen.

Ich lasse nun das Rezept in den beiden Fassungen von W (Weißenau) und G (S. Gimignano) nebeneinander folgen und setze darunter den ursprünglichen Text, wie ich ihn aus beiden glaube herstellen zu können.

---

[1] Chemiker-Zeitung 1913. Nr. 129, 132, 133, 138, 139. [S.-A. Seite 20.]



W

Ardens aqua ad modum aquae roseae fit hoc modo. Vini libra una in cucurbita ponatur et libra una salis rubei pulverisati aut etiam salis tosti in olla rudi calida et quatuor drachmae sulfuris vivi et quatuor tartari apponatur cum praedictis

et ventosa superponatur. aquositas descendens per nasum ventosae colligatur, qua inunctus parum aliquis servabit flamam sine perdictione substantiae. Uti autem aqua talis diu servari possit cum huius modi effectu in vase vitreo reponatur non poroso, quod habeat os strictum, et in eo sex vel septem guttae olei

et cera coopertum bene conservatur. Hac autem si experiri volueris, sulphur vivum ignitum in eadem extingues, talis qualitatis et confidenter experietur.

G

De aqua ardente.

Aqua ardens ad modum aquae rosae sic fit. Vini rubri libra una in cucurbita ponatur et libra una salis affricani rubri perfecti item et salis communis cocti in olla rudi et dragm[ae] quatuor

tartari in cucurbita ponantur cum vino praefato et ventosa superponatur et aquositas descendet per nasum ventosae, et colligetur quam poteris adstricte unde non habeas flammam neque perdicionem substantiae. Ut autem talis aqua servetur cum

effectu in vase vitreo reponatur non poroso, sit quoque os huius strictum et in eo quinque vel sex guttae olei ponantur, vel dragmae quatuor zacari, bene coopertum conservetur. Hanc aquam si experire volueris, sulphuris tres p[artes] igitur in eo extingues talis liquidus convenienter potes experiri.

Hergestellter Text:

De aqua ardente.

Ardens aqua ad modum aquae roseae fit hoc modo. Vini libra una in cucurbita ponatur et libra una salis africani rubei pulverisati aut etiam salis tosti in olla rudi calida et quatuor drachmae sulfuris vivi et quatuor tartari apponantur cum praedictis et ventosa superponatur et colligetur quam poterit adstricte, et aquositas descendens per nasum ventosae colligatur. Qua intinctus pannus lini servibit flammam sine perditione substantiae. Uti autem talis aqua diu servari possit cum huius modi effectu, in vase vitreo reponatur aut in testeo non poroso, quod habeat os strictum, et in eo sex vel septem guttis olei et drachmis quatuor cerae cooperta bene conservatur. Hanc autem si experire volueris, sulphur vivum ignitum in ea cum extingues, talis qualitatis aqua confidenter experietur.

Wie man sieht, weicht der wiederhergestellte Text des Archetypus von dem der beiden vorliegenden Überlieferungen oft erheblich ab, und es erwächst mir nun die Verpflichtung, die hergestellten Lesungen im einzelnen zu begründen.

Wenn zunächst W (Kod. v. Weißenau) keine Überschrift hat, während in G (Kod. v. S. Gimignano) sich eine solche findet, so kann das an sich natürlich ebensogut versehentliche Auslassung seitens W als willkürlicher Zusatz von G sein. Mehr ins Gewicht fällt aber der Unterschied der Lesungen von W und G gleich im ersten Satze. Wenn hier nämlich in W steht *salis rubei pulverisati*, in G dagegen *salis africani rubri perfecti*, so kann das Mehr der Herkunftsbezeichnung des Salzes unmöglich selbständiger Zusatz von seiten G.s sein, vielmehr ist man zu der Annahme gezwungen, daß in W dieser Name zu Unrecht ausgelassen ist. *Rubei* (W) statt *rubri* (G) ist eine an sich belanglose Variante, da aber die Mappae clavicula[1] meist die Form *rubeus* bevorzugt und nur wenige Male Formen von *ruber* aufweist, so dürfte hier W das Ursprüngliche bewahrt haben. Ebenso liegt die Sache aber auch bei dem folgenden Worte, das zweifellos W mit *pulverisati* richtig überliefert, während die Lesung von G *perfecti* sinnlos ist. Wenn wir uns nun aber klarzumachen versuchen, wie die falsche Lesung *perfecti* aus der richtigen *pulverisati* entstanden sein könnte, so ergibt sich als das Nächstliegende, darin die falsche Auflösung einer Abkürzungsform zu sehen. Hierbei kann es für uns ganz außer Betracht bleiben, auf welchem mehr oder minder direktem Wege der oder die Abschreiber der italienischen Überlieferung von *pulveri-* zu *per-* gelangt sind, aber die Gleichung *sati* und *fecti* hat die Verwechselung von ſ und f und von offenem *a* (*a*) mit *ec* zur Voraussetzung, und damit würden wir zum ersten Male auf die nationalen, vorkarolingischen und frühkarolingischen Schriftarten gewiesen werden. Ebendahin führt uns aber auch die Lesart *item et*, die G an Stelle des richtigen *aut etiam* bietet. Auch hier liegt falsche Auflösung von Kürzungsformen vor, und diesmal werden wir bereits mit einiger Sicherheit auf eine Vorlage in insularer Schrift geführt. Die Hauptquelle des Irrtums in G ist nämlich die insulare Abkürzung für aut = *ā*, ein offenes *a* mit Kürzungsstrich, die ein Schreiber der italienischen Überlieferung fälschlich für *ī̄t* gehalten und mit *item* aufgelöst hat. In der Weißenauer Handschrift sind die ursprünglichen insularen Kürzungen (*ā ēt*)[2] eigentlich sogar noch erhalten, nur ist in der ersten derselben die Form des Buchstabens modernisiert und

---

[1] Siehe Archeologia XXXII, S. 183 ff.

[2] Siehe Lindsay, Contractions in early minuscule Mss. (1908) S. 8 u. 12.

in der zweiten die Silbe *et* durch das ebenfalls aus der insularen Schrift stammende Siglum ⁊ ersetzt.

Ob in den folgenden Worten die italienische Überlieferung *communis* hinzugefügt hat oder die deutsche dieses Wort zu Unrecht ausgelassen hat, kann man nicht mit Sicherheit entscheiden. Da es aber für den Sinn nicht notwendig ist, habe ich es fortgelassen.

Bei den Varianten *tosti* (W) und *cocti* (G) liegt die größere Wahrscheinlichkeit, das Ursprüngliche bewahrt zu haben, wiederum auf seiten der deutschen Überlieferung. Paläographisch liegen beide Worte in insularer Schrift wieder sehr nahe beieinander, freilich auch in der frühkarolingischen Minuskel.

Calida ist in G ausgefallen, wohl zu Unrecht, obwohl es entbehrlich ist.

Das Fehlen der Worte *sulfuris vivi et* [*dragmae*] *quatuor* in der Handschrift von S. Gimignano beruht augenscheinlich auf einem der verbreitetsten Schreiberversehen (homoeoteleuton), denn obwohl der Zusatz von Schwefel zu dem Wein auf die Abdestillierbarkeit des Alkohols von gar keinem oder sogar durch Mitreißen von feinen Schwefelteilen durch die Dämpfe von nachteiligem, verunreinigendem Einflusse ist, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Zusatz in dem Rezepte von alters her enthalten war. Das beweist nicht nur das Rezept des Marcus Graecus[1], sondern auch die von Diels mit vollem Recht herangezogene Hippolytusstelle, die, soviel Unwahrscheinliches und Unverstandenes sie an sich auch enthält, doch ohne Zweifel die Erfahrungstatsachen der Alkoholdestillation zur Voraussetzung hat. Die von Lippmann[2] beschriebenen Rostocker Versuche können nichts dagegen beweisen, da in ihnen die krassen Unmöglichkeiten, die sich in den Worten des Hippolytus finden, in unzulässiger Weise beseitigt sind. Einem lebenden Menschen kochenden Wein auf den Kopf zu gießen, dürfte wohl auch bei aller vorbereitenden Einsalbung oder gar Benutzung einer Perücke ohne Schädigung seines Trägers unmöglich sein. Ein totes Kaninchenfell gibt dafür keinen hinreichenden Beweis!

In dem folgenden Abschnitte hat zunächst die Weißenauer Überlieferung einige kleine Versehen, denn es muß natürlich *apponantur* statt *apponatur* und *superponatur* statt *supponatur* heißen. Beide Male ist der Kürzungsstrich versehentlich ausgefallen. Der nächste Satz aber ist in beiden Überlieferungen stark entstellt, doch läßt auch er sich durch Zuhilfenahme der in den Rezepten des Marcus Graecus ent-

---

[1] Siehe Diels, Entdeckung des Alkohols (Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1913) S. 18.

[2] Siehe Chemiker-Zeitung, 1913, S.-A. S. 6/7.

haltenen Angaben mit ausreichender Sicherheit in seiner ursprünglichen Form wiederherstellen. In der Weißenauer Überlieferung ist nämlich hinter dem Worte *superponatur* eine Lücke anzusetzen, deren Ausfüllung uns die italienische Überlieferung an die Hand gibt, und umgekehrt ist in der Handschrift von S. Gimignano ein Stück des Urtextes ausgefallen, das uns in dem Weißenauer Kodex erhalten ist.

Während nun aber die deutsche Überlieferung mit dem verbleibenden Reste verhältnismäßig schonend verfuhr, indem sie bei ihren Änderungen den Lautbestand der Vorlage nach Möglichkeit beibehielt, hat einer der italienischen Vermittler aus den Trümmern der Überlieferung nicht ohne Geschick, aber doch greifbar falsch, einen verständlichen Satz durch schonungslosere Veränderungen an den überlieferten Worten und durch Umstellungen herzustellen versucht. Um besser übersehen zu können, wie diese Fehler entstanden sind, wird es gut sein, die ganze Stelle hier so herzusetzen, wie sie vermutlich im Archetypus gestanden hat:

.... ventosa superponatur* et aquositas descendens per nasum ventosae colligatur. qua inunctus panus lini servibit flamam sine perditione substantiae.

*et colligetur quam poterit adstricte

In der Weißenauer Überlieferung ist der vom Schreiber des Archetypus zunächst infolge Abirrens des Auges von einem *et* zum andern übersehene und dann am Rande nachgetragene Satz *et -- adstricte* ausgefallen. In der italienischen Überlieferung ist er fälschlich als Variante zu *colligatur* aufgefaßt und an dessen Stelle eingesetzt. Unterstützt wurde die Auffassung des Abschreibers, der die Randnote als Variante einsetzte, noch dadurch, daß er auch *quainunct⁹* fälschlich als *quamunde* las; jedenfalls hat er daher wohl sein *unde* genommen. Daß auch er *parum*, wie W gibt, in der Vorlage las, scheint mir trotz der starken Änderungen, die er an dem Schlusse des Satzes vorgenommen hat, noch aus dem Sinne dessen, was er herstellte, durchzuschimmern, denn offenbar bemüht er sich nur, den Inhalt derselben Worte, wie sie auch W hat, in einem seiner Auffassung nach verständlicherem Latein wiederzugeben.

Das Wort *parum* ist aber auch der Stein des Anstoßes, über den die deutsche Überlieferung zu Fall gekommen ist. Auch das, was W bietet, ist nur das Resultat eines Einrenkungsversuches der aus dem Leim gegangenen Überlieferung. Zum Glück haben wir aber in der Parallelüberlieferung unseres Rezeptes, in dem zweiten Marcusgraecus-Rezepte[1], den sichersten Nachweis, was hier ursprünglich gestanden haben muß. Statt *parum aliquis* ist nämlich einzusetzen *panus lini*.

[1] Siehe Diels, a. a. O. S. 19.

Das sieht zunächst sehr abweichend aus; schreiben wir aber *pānus* mit einem n und setzen wir, wie das ja in der Überlieferung der Mappae clavicula, soweit sie uns in der Luccahandschrift vorliegt, fast die Regel ist, den Akkusativ als Nominativ, so erhalten wir mit *pānum* eine Form, die gerade in insularer Schrift einem *parum* zum Verwechseln ähnlich sieht. Von *lini* mag dann zu *aliquis* der Weg über *ligni* geführt haben.

Das Marcusrezept gibt uns aber mit *praestabit* auch noch die sichere Wiederherstellung eines anderen in der Weißenauer Handschrift leicht veränderten Wortes an die Hand, nämlich *servibit* für *servabit*. Einem in den karolingischen Klosterschulen gebildeten Schreiber mußte natürlich eine Form *servibit*, die dem Vulgärlatein von Plautus' Zeiten an bis auf Venantius Fortunatus[1] ganz geläufig war, als ein verbesserungswürdiges Versehen seiner Vorlage erscheinen, zu dessen Änderung er sich berechtigt und verpflichtet fühlte; und was war dann näherliegend, als aus *servibit servabit* zu machen? Freilich verschob diese Änderung den ursprünglichen Sinn des Satzes vollends, aber das konnte ja für ihn um so weniger ein Hindernis sein, als schon mit *parum* statt *pannus* oder *pannum* die Sache nicht mehr recht stimmte und er somit sowieso über den Sinn der Worte, die er abschrieb, sich offenbar nicht mehr recht klar war. *Aliquis* statt *lini* (oder *ligni*) ist dann der Schlußstein seines Rekonstruktionsversuches, der freilich sehr wenig befriedigend ausgefallen ist.

Die hier von uns wiedergewonnene Form *servibit* gibt uns nun aber in gleichbestimmter Weise, wie die Paläographie, den Beweis, daß die Niederschrift des Archetypus, aus dem unser Rezept in beide Überlieferungen übergegangen ist, in die Zeit vor der durchdringenden Wirkung der karolingischen Renaissance gesetzt werden muß. Wir würden also damit mindestens in die Mitte des 8. Jahrhunderts zurückverwiesen werden.

In dem nächsten Satze hat der italienische Überlieferungszweig wiederum leicht gekürzt, jedoch ohne daß wesentliche sachliche Änderungen damit verknüpft sind. Wir können deshalb darüber hinweggehen. Ebenso ist es sachlich ganz belanglos, ob 5 und 6, oder 6 und 7 Tropfen Öls zum Luftabschluß der Flüssigkeit in dem engen Flaschenhals verwendet werden sollen. Änderungen in solchen Punkten erlauben sich ja die Abschreiber bekanntlich mit Vorliebe. Da nun die deutsche Überlieferung sich durchweg als enger der Vorlage folgend erweist, so haben wir um so weniger Grund, in diesem Punkte zugunsten der italienischen Überlieferung von ihr abzuweichen.

---

[1] Siehe Neue, Lat. Formenlehre 3, 322 ff.

Sachlich falsch und unmöglich ist es aber, wenn in der Handschrift von S. Gimignano die Erwähnung der Verstöpselung des Flaschenhalses mit Wachs fehlt und statt dessen ein zweiter Luftabschluß mit Zuckerlösung statt mit Öl in Vorschlag gebracht wird. Ein solcher Luftabschluß mit Zucker (es kann sich selbstverständlich nur um eine Zuckerlösung handeln) ist nämlich praktisch ganz unausführbar. Der Zucker würde auf dem Alkoholgemisch nicht schwimmen, sondern sofort zu Boden sinken und sich dann allmählich in demselben verteilen. Eine Verhinderung der Verdunstung, wie sie der Ölabschluß unterstützt durch die Verstöpselung mit einem Wachspfropfen bewirkt, würde also mittels Zucker nicht zu erreichen sein. Aber wieder läßt sich auch hier zeigen, daß der Fehler der italienischen Überlieferung mit größter Wahrscheinlichkeit auf einer irrtümlichen Lesung der vorkarolingischen Vorlage beruht. In der Weißenauer Handschrift fehlt nämlich die Angabe über das Gewicht des Wachsstöpsels. Eine solche Angabe ist an sich freilich überflüssig, da es auf das Gewicht desselben gar nicht ankommt; sie kann aber trotzdem im ursprünglichen Wortlaut des Rezeptes enthalten gewesen sein, und zwar, da das angegebene Gewicht von vier Drachmen = 17.28 g mit der Praxis durchaus in Einklang zu bringen ist, genau so, wie sie in der italienischen Handschrift steht, also *drachmis quatuor cerae.* Nehmen wir nun weiter an, daß diese Gewichtsangabe ursprünglich in Gewichts- und Zahlzeichen geschrieben war und daß ein Schreiber oder Korrektor am Rande oder zwischen den Zeilen diese Angabe in Worten nochmals wiederholte, so erhalten wir in vorkarolingischer Schrift wiederum ein Schriftbild dieser Stelle, aus der sich auch die falsche Lesung der S.-Gimignano-Handschrift mühelos erklären läßt, nämlich: *dragmis quatuor* ;ıııı cere. Der Abschreiber hat die Wiederholung der Gewichtsangabe in Gewichts- und Zahlzeichen als solche nicht erkannt und infolgedessen das Drachmenzeichen für *z* gehalten und aus den übrigen Hasten und Buchstaben sich das naheliegende Wort *zacoari* zusammengelesen. Sachkenntnis hat er damit freilich nicht verraten, aber davon ist auch in seinen übrigen Änderungen nichts zu spüren. Die leichten Änderungen *guttis* statt *guttae* und *cooperta* statt *coopertum*, die ich an der gemeinsamen Überlieferung vorgenommen habe, stellen zwar einen grammatisch einwandfreien und sachlich richtigen Text her, aber gegenüber dem wilden Durcheinander, in dem sich Kasus- und Geschlechtsformen in der vom karolingischen Einfluß unberührten Überlieferung eines Teiles der Mappae clavicula in der Handschrift von Lucca sowie in dem Vaticanus reg. 2079 verwendet finden, möchte ich die Änderungen fast für unnötig halten, wenigstens wenn es nur darauf ankommt,

den gemeinsamen Archetypus des 8. Jahrhunderts wiederherzustellen. In diesem kann tatsächlich *guttae* als Ablativ und *coopertum* als Prädikat zu *aqua* verwendet gewesen sein. Für Ähnliches ließen sich aus den genannten Handschriften Dutzende von Beispielen beibringen.

In den Worten *in vase vitreo reponatur non poroso* möchte ich, obwohl sie in beiden Überlieferungen völlig gleich lauten, doch einen Fehler vermuten, der dann freilich schon in dem Archetypus gestanden haben müßte. Der Zusatz *non poroso* zu *vase vitreo* ist nämlich überflüssig, denn poröses Glas, von dem das hier genannte durch einen solchen Zusatz unterschieden werden sollte, gibt es nicht. Die Übersetzung, die von Lippmann[1] gibt, »in einem fehlerlosen Glase«, ist falsch, denn diese Bedeutung kann der Ausdruck *non porosus* nicht haben und hat er nie gehabt. Das Wort ist halbgriechischen Ursprungs (von πῶρος der Tufstein), und die vorliegende Stelle dürfte wohl der älteste Beleg seiner Verwendung sein. Seine Bedeutung ist zweifellos die, in der wir es heute noch verwenden: porös, d. h. wasserdurchlässig infolge von Kapillarität. Es ist also zu vermuten, daß hier noch eine zweite Gefäßsorte genannt war, von der es poröse und nichtporöse Arten gab. Das sind aber unglasierte bzw. glasierte Tongefäße, von denen also die unglasierten, porösen als für diesen Zweck unbrauchbar durch den Zusatz *non poroso* mit Recht abgewiesen werden. Wenn ich oben im Texte nun das zu ergänzende Wort mit *testeo* eingesetzt habe, so geschah das deshalb, weil gerade aus der Mappae clavicula *vas testeum* in der Bedeutung Tonflasche, Tonkrug mehrfach zu belegen ist. Im übrigen wird durch den Einschub von *aut in testeo* auch eine geschraubte, der einfachen Redeweise unangemessene Wortstellung beseitigt.

Der Schlußsatz unseres Rezeptes bietet ganz besondere Schwierigkeiten, die sich der Wiederherstellung seiner ursprünglichen Form entgegenstellen, obwohl das, was in ihm gesagt werden soll, sachlich einwandfrei festgestellt werden kann unter Berücksichtigung dessen, was bei Marcus Graecus[2] im zweiten Rezept über die medizinische Verwendung des Alkohols gesagt wird. Wenn es nämlich dort heißt: *illa quae primo egreditur est bona et ardens, postrema vero est utilis*[3] *medicinae*, so ersieht man daraus, daß man den bei dem Destillationsvorgange zuerst übergehenden starkprozentigen Alkohol in der Regel nur als »Feuerwasser« verwendete und gegen seinen Gebrauch als einzunehmendes Medikament Bedenken hegte. Später ändert sich

[1] Siehe Chemikerzeitung 1913. S.-A. S. 20.

[2] Siehe Diels, a. a. O. S. 19.

[3] Nicht Berthelots Text sagt sinnwidrig »ist brauchbar«, sondern von Lippmann ändert a. a. O. S. 21 Anm. 112 sinnwidrig »ist unbrauchbar«.

diese Auffassung freilich, wie die Auslassungen von Thaddäus Alderotti über die Gradabstufungen der Alkoholdestillate beweisen[1]. Daß es sich aber bei den Worten *utilis medicinae* um innerliche Anwendung handelt, geht aus dem Gegensatz zu den darauffolgenden Worten: *De prima* (d. h. also: aus dem starkprozentigen Vorlauf) *etiam mirabile fit collirium ad maculam vel pannum oculorum.* Den starkprozentigen Alkohol in der Heilkunde äußerlich zu verwenden, trug man also offenbar schon frühzeitig kein Bedenken.

In unserm Schlußsatze ist nun aber die Probe angegeben, mittels deren man zwischen dem Alkohol als Feuerwasser und zu medizinisch äußerem Gebrauch einerseits und dem als innerliches Heilmittel verwendbaren schwachprozentigen Alkohol anderseits unterschied. Hr. Beckmann, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie in Dahlem, hatte die Freundlichkeit, mir den ganzen Destillationsvorgang unter Zugrundelegung der Angaben unserer Rezepte in seinem Laboratorium praktisch vorzuführen und auch die hier angegebene Schwefelprobe anzustellen. Es ergab sich dabei, daß die Grenze zwischen den beiden Alkoholarten ungefähr bei 35 Volumprozenten liegt. Mit schwächerem als 35prozentigem Alkohol kann man brennenden Schwefel auslöschen, mit höherprozentigem gelingt es dagegen nicht. Die Kenntnis, daß nur der höhere Wassergehalt des Destillats die löschende Wirkung bedingt, darf und kann man von den Chemikern des Altertums und des frühen Mittelalters füglich nicht verlangen. Dazu fehlte ihnen die genauere Einsicht in die dem Destillationsvorgange zugrunde liegenden physikalischen Gesetze. Sie schieden die aus dem Weine gewonnenen Destillationsergebnisse nach den beobachteten Wirkungen und konnten infolgedessen mit gutem Grunde das Anfangs- und Endprodukt der Destillation nach ihren verschiedenen Verhalten zu brennendem Schwefel als verschiedene Arten desselben Stoffes ansprechen.

Das Wesentlichste aber, das wir aus dieser Schwefelprobe lernen, ist, daß sie mit den in unserm Rezepte genannten Destillationseinrichtungen einen Alkohol von mehr als 35 Prozent zu gewinnen imstande gewesen sein müssen, und wenn von Lippmann bei seinen Versuchen[2] nicht zu diesem Ergebnis gekommen ist, so zeigt das eben nur, daß die hergestellten Versuchsbedingungen nicht denen entsprachen, unter denen die Chemiker unseres Rezeptes diesen Alkohol zu gewinnen wußten. Selbstverständlich halte auch ich die Anwendung der Kühlschlange, wie sie Alderotti beschreibt, für eine neuere

[1] Siehe von Lippmann, a. a. O. S. 23.

[2] Siehe Diels, a. a. O. S. 30 f.

Erfindung, wie ja überhaupt seine Auffassung und Beschreibung des Destillationsvorganges und seine Bewertung ihrer Ergebnisse gegenüber denen der älteren Vorgänger ganz wesentlich verändert und fortgeschritten ist. Aber den Gebrauch einer primitiveren Art der Kühlung darf man meiner Ansicht nach unbedenklich auch schon für frühere Zeiten voraussetzen, auch wenn in den Quellen davon nicht ausdrücklich die Rede, zumal wenn dieselbe zur Erzielung des Erfolges, der uns denn doch durch den Schwefelversuch ausdrücklich bezeugt ist, wie von Lippmann selbst behauptet, so unbedingt notwendig ist. Die allgemeinen Ausführungen von Lippmanns über die Destillation sind mit dem, was z. B. von Nernst und Hesse[1] in ihrem Buche über Siede- und Schmelzpunkt über den Destillationsvorgang gesagt ist, nicht recht in Einklang stehend. Auf das Abscheiden bzw. das Verdampfen des Alkohols im Verhältnis zum beigemischten Wasser hat danach die Kühlung direkt gar keinen Einfluß. Erst die Erhöhung des Dampfdruckes in dem allseitig geschlossenen Destillationsapparat, der bei der außerordentlichen Flüchtigkeit der Alkoholdämpfe notwendigerweise einen einzigen zusammenhängenden, von der Außenluft völlig abgeschlossenen Hohlraum bilden muß[2], sollen anders nicht die Alkoholdämpfe in die Luft entweichen, würde einerseits das Verdampfungsverhältnis zuungunsten der Alkoholdämpfe gegenüber den Wasserdämpfen beeinflussen und anderseits recht bald den Destillationsapparat auseinanderreißen. Aus diesem Grunde ist aber die Kühlung der Vorlage in der Tat unumgänglich notwendig, falls man nicht den Weg, den die Dämpfe von dem Kochgefäß bis zur Vorlage zurückzulegen haben, so lang macht, daß die Kühlung durch die umgebende Luft dauernd genügt, die Dämpfe wieder in den Flüssigkeitszustand überzuführen. Ob man in älterer Zeit dieses Verfahren eingeschlagen hat oder die Vorlage durch Aufgießen von Wasser oder Auflegen von nassen Tüchern kühlte, darüber geben uns unsere Quellen leider keine Auskunft. Es ist aber zu bedenken, daß die technisch hochentwickelte Kühlschlange Alderottis ohne Zweifel primitivere Stufen der Wasserkühlung als Vorgänger gehabt haben muß.

Kehren wir nun nach dieser Abschweifung zu der Wiederherstellung des Schlußsatzes zurück, so ist zunächst zu bemerken, daß die Fehlerhaftigkeit der italienischen Überlieferung schon in dem ganz unverständlichen *tres p[artes]* klar zutage tritt. Die *tres partes* schweben

[1] Siehe Nernst und Hesse, Siede- und Schmelzpunkt, Braunschweig 1893, S. 65 ff. (vgl. auch Nernst, Theoretische Chemie S. 112).

[2] Daß die alten Chemiker diese Bedingung kannten und erfüllten, beweist die in allen Rezepten vorkommende Vorschrift der genauen Abdichtung von cucurbita und ventosa bzw. alembicus.

völlig in der Luft, solange eine entsprechende Verhältniszahl bei der Alkoholmenge fehlt. Es erscheint mir deshalb auch völlig sicher, daß auch dieses *tres p.* wieder auf den Lesefehler eines Abschreibers beruht. Die Weißenauer Handschrift hat an derselben Stelle *uivum.* Für diese Form hat die Luccahandschrift häufig *uibum*, und ich halte es deshalb nicht für ausgeschlossen, von hier aus die *tres partes* = iii p über *uipum* entstanden sind.

Auch in dem folgenden Worte hat zweifellos die deutsche Überlieferung recht gegenüber der italienischen, denn ihre Lesung *ignitum* gibt einen verständlichen Sinn, während das *igitur* der Handschrift von S. Gimignano nichts als ein ganz überflüssiges, ja störendes Flickwort ist. Auch diese beiden Varianten führen uns aber wieder mit aller Bestimmtheit auf einen insularen Archetypus, welcher selbst aus seiner eigenen Vorlage ein ausgeschriebenes *ignitum*, an dem aus Versehen die vordere Hasta des n etwas zu lang geraten war, fälschlich mit igtū (= *igritum*) wiedergab. Das hat dann die deutsche Überlieferung getreulich übernommen, die italienische aber nach ihrer Art zu verbessern gesucht. Der Schreiber der Weißenauer Handschrift las das, was er schrieb, natürlich richtig *ignitum*, während der italienische folgerichtig eigentlich *igitur tum* oder *igitur cum* hätte schreiben müssen, wenn anders er seiner Vorlage treu folgen wollte.

In diesem Nebensatze fehlt aber augenscheinlich eine Zeitpartikel, die wohl als *cum* hinter *ignitum* zu ergänzen oder aber in dem *dem* von *eadem* stecken könnte. Was das Richtige von beiden ist, kann man nicht entscheiden. An dem Indikativ *extingues* braucht man dabei keinen Anstoß zu nehmen.

In bezug auf die Worte *talis qualitatis* ist gleichfalls keine völlige Sicherheit zu erlangen. Die Abkürzungsformel, welche die Weißenauer Handschrift bietet, muß wahrscheinlich und kann jedenfalls so aufgelöst werden. Ob darin aber der Buchstabenbestand des Archetypus genau wiedergegeben ist, könnte angezweifelt werden. Jedenfalls müßte dann aber hinter *qualitatis* das regierende Wort zu diesem Genitiv ausgefallen sein. Es wäre dann das Nächstliegende, dieses Wort aus der italienischen Überlieferung mit *liquidus* zu ergänzen. Da aber auch das folgende *et* störend ist, habe ich vorgezogen, dieses *et* in *aqua* zu ändern, zumal die italienische Variante *liquidus* mehr den Eindruck einer Zusammenziehung der Worte der Vorlage macht.

Damit sind wir an den Schluß unserer Untersuchung angekommen, deren Verlauf, so hoffe ich, die gewählte Überschrift gerechtfertigt hat. Unserm Rezepte seinen Platz im Rahmen der Mappae-clavicula-Überlieferung zuzuweisen, behalte ich einer späteren Untersuchung vor.

Ausgegeben am 26. Juli.

1917.
XXXVII.

SITZUNGSBERICHTE DER KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

*1. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff sprach über hellenistische Epigrammatik.

Wie die Grabepigramme zuerst nur Tatsächliches festhalten wollen, allmählich Gefühl und Stimmung hereinkommt und am Ende die Gedichte gar nicht mehr für das Grab bestimmt sind, sondern den Anteil des Dichters an dem Todesfall aussprechen, so gilt dasselbe von den Weihepigrammen. Es ward an einigen frühhellenistischen Gedichten der Gehalt an echtem Naturgefühl gezeigt, an mehreren um 270 verfaßten, daß sie keine Aufschriften mehr sind, sondern dem Leser die betreffenden Dinge lobend vorführen.

*2. Hr. Morf machte eine Mitteilung über die Folioausgabe der *Essais* Montaignes durch Marie de Gournay von 1635.

In der Vorrede dieser mit Unterstützung Richelieus und anderer herausgebrachten und ihm gewidmeten Ausgabe der *Essais* erklärt Montaignes 'Adoptivtochter', daß sie nach Fertigstellung des Druckes zwei Exemplare nochmals mit der Feder durchkorrigieren werde, um möglichste Fehlerlosigkeit des Textes zu erreichen. Eines dieser Exemplare werde sie der Bibliothek des Königs, das andere der Bibliothek des Kanzlers Séguier überweisen, um damit einen authentischen Text der *Essais* für die Nachwelt bereitzustellen und eine letzte Pflicht gegen ihren 'Vater' zu erfüllen. Das eine dieser Exemplare, offenbar das Séguiersche, befindet sich heute in der Königlichen Bibliothek zu Berlin. Mit der Büchersammlung des brandenburgischen Gesandten am Versailler Hofe, Ezechiel von Spanheim, ist dieses Handexemplar der Gournay nach Berlin gekommen. Seit Ch.-E. Jordan 1730 höchst oberflächlich darüber berichtet hat, war es verschollen. — Die Hoffnung der Gournay, einen endgültigen Text der *Essais* ne varietur gegeben zu haben, hat sich nicht erfüllt; dafür hat sie, trotz der Versicherungen der Vorrede, dem zeitgenössischen Purismus und andern Rücksichten zu viel Montaigneschen Sprachguts geopfert.

3. Das auswärtige Mitglied Hr. Hugo Schuchardt in Graz sandte eine Mitteilung ein, betitelt: Sprachverwandtschaft.

Es werden die allgemeinen Streitpunkte dargelegt und erörtert, um die es sich bei der Sprachverwandtschaft handelt.

Sprachverwandtschaft.

Von Hugo Schuchardt
in Graz.

Die Auffassung der sprachwissenschaftlichen Grundfragen ermangelt noch immer der Einhelligkeit, die sich nach so vielen trefflichen Arbeiten erwarten ließe; fast könnte man sagen, das große Gedränge habe den allgemeinen Fortgang gehemmt. Die streitigen Punkte heben sich entweder nicht genug aus der lehrhaften Darstellung heraus oder sie erscheinen wiederum in allzugroßer Absonderung. So halte ich es denn nicht für überflüssig, meine Ansichten über eine Gruppe der wichtigsten Fragen, nämlich über die Sprachverwandtschaft, hier so kurz und scharf wie möglich vorzutragen, selbst auf die Gefahr hin, manches Wesentliche beiseite zu lassen. Sollte auch jedes einzelne schon von andern bemerkt oder angedeutet worden sein, so wird doch der Zusammenhang, in welchem ich es bringe, nicht verfehlen, neue Gedanken anzuregen[1].

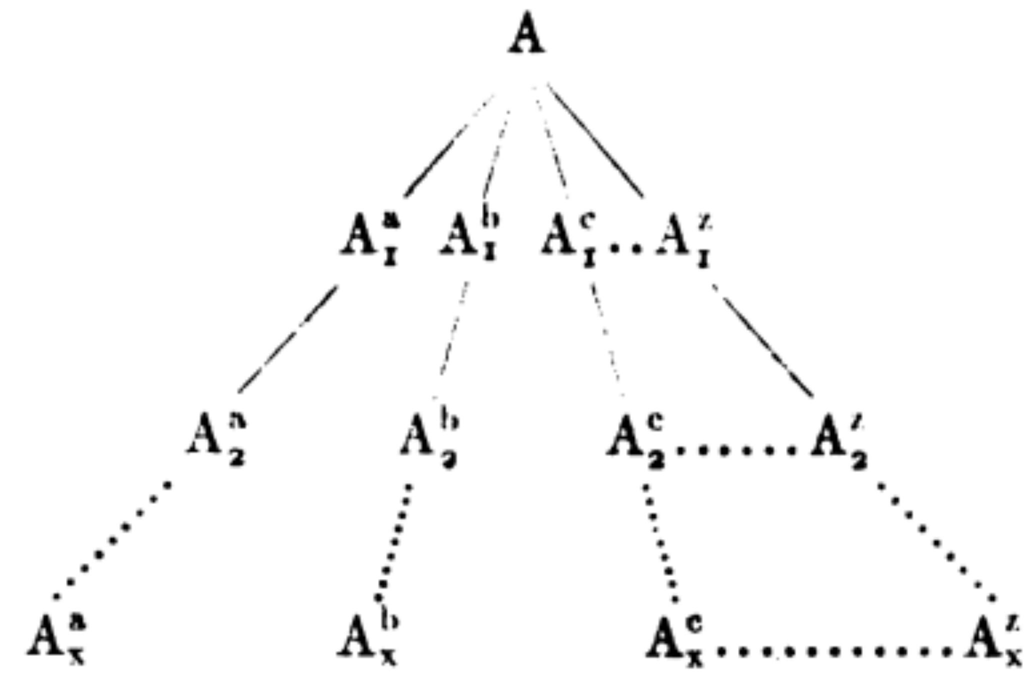
---

[1] Dem überreichen Schrifttum über Sprachverwandtschaft entnehme ich nur gelegentlich einen oder den andern Beleg als Stützpunkt für meine Auseinandersetzungen. Auf meine eigenen Arbeiten beziehe ich mich nicht im einzelnen. Ich habe dem Gegenstand von Anfang an meine Aufmerksamkeit zugewendet (Vok. d. Vulgärl. 1866: 1, 76ff. 1868: 3, 32ff., Über die Klassifikation der romanischen Mundarten 1870) und ihn ein halbes Jahrhundert hindurch nicht aus den Augen verloren, am wenigsten bei meinen kreolischen, baskischen, kaukasischen und afrikanischen Studien. Aus den letzten Jahren gehören hierher: (1912) Geschichtlich verwandt oder elementar verwandt? Magyar Nyelvör 41, Bari und Dinka, Wiener Ztschr. f. d. K. d. Morgenl. 26, Anz. von: Meinhof, Die Sprachen der Hamiten ebd., Zur methodischen Erforschung der Sprachverwandtschaft (Nubisch und Baskisch), Rev. intern. des études basques 6, Romano-baskisches, Ztschr. f. rom. Ph. 36, (1913) Baskisch-hamitische Wortvergleichungen, RB 7, (1914) Die Sprache der Saramakkaneger in Surinam, Verh. der Amsterdamer A. d. W., Zur methodischen Erforschung der Sprachverwandtschaft II., RB 8 (aber wegen des Krieges nicht erschienen; mit Beziehung auf A. Meillets Le problème de la parenté des langues 1914; er wiederum hat meinen Aufsatz besprochen im Bull. de la S. de l. de Paris 1915), (1915) Baskisch = Iberisch oder = Ligurisch? Mitt. der Anthrop. Ges. in Wien 45, (1916) Berberische Hiatustilgung, SB der Wiener A. d. W., (1917) Anzeige von: de Saussure, Cours de lingu. gén., Ltbl. f. germ. u. rom. Ph. 38. Im Laufe so vieler Jahre haben sich begreiflicherweise — man wird mir also daraus keinen Vorwurf machen — meine Anschauungen nicht nur fortgebildet, sondern auch etwas umgebildet, z. B. in bezug auf die kreolischen Sprachen als Mischsprachen (siehe unten S. 522, Anm. 1).

Mit vergleichender Sprachwissenschaft meinen wir auch heute noch die der arischen Sprachen, obwohl daneben andre vergleichende Sprachwissenschaften bestehen und entstehen. Der kurze Ausdruck bliebe besser der Gesamtheit der Sprachen vorbehalten. Jede vergleichende Sprachwissenschaft hat es mit einer Gruppe untereinander verwandter Sprachen zu tun, und diese Verwandtschaft wird erst durch Vergleichung ermittelt. Es bildet also die Vergleichung den Anfang; ihr Wahrspruch kann auch auf nicht erwiesene Verwandtschaft lauten, nie auf erwiesene Unverwandtschaft.

Was Sprachverwandtschaft bedeutet, ist kaum irgendwo deutlich auseinandergesetzt worden, und zwar nicht ohne Schaden auch der besondern Zwecke. Wir werden nicht an die Dinge herangeführt, sondern mitten in sie hineingestellt. Allerdings trägt der Ausdruck den Anschein der Selbstverständlichkeit, damit aber zugleich die Gefahr des Mißverständnisses, und das Mißverständnis ist durch den Trieb gefördert worden, der im vorigen Jahrhundert aufkam, die Sprachwissenschaft von den Geisteswissenschaften loszulösen und an die Naturwissenschaften anzuschließen. Bezeichnungen wie Vorstellungen, die diesen eigentümlich sind, verpflanzte man in sie hinein. Nicht nur verglich man die Sprache mit einem Lebewesen, einem »Individuum«, man nahm sie geradezu dafür[1]. G. von der Gabelentz sagte 1891 (Sprachw. 11): »So reden wir von Sprachfamilien und Sprachstämmen, von Tochter- und Schwestersprachen, kurz von verschiedengradigen Verwandtschaften. Diese Ausdrücke sind längst in der Wissenschaft eingebürgert und völlig unverfänglich; denn niemand wird vergessen, daß die Genealogie der Sprachen nicht Reihen verschiedener Individuen darstellt, sondern verschiedene Entwickelungsphasen desselben Individuums.« Diese Ausdrücke sind keineswegs unverfänglich; sie nähren falsche Auffassungen. Der Unterschied allerdings zwischen der stetigen Fortsetzung, wie sie sich z. B. vom Lateinischen zum Romanischen zeigt, und der menschlichen Fortpflanzung springt in die Augen. Eher vermögen »Schwestersprachen« in uns die Vorstellung von wirklichen Schwestern zu erwecken; dann lehrt uns aber sofort die Überlegung, daß, wo es keine Abtrennung des Kindes von der Mutter gibt, es auch keine Geschwister geben kann. In Wirklichkeit stellt sich die »Nachkommenschaft« des Lateins und anderer Ursprachen etwa folgendermaßen dar:

[1] Ähnliches geschah und geschieht auf benachbarten Gebieten. So sagt L. Frobenius 1898 (Der Ursprung der afrikanischen Kulturen xiii): »Die Kultur wächst allein, ohne Mensch, ohne Volk. Und daher eben: Die Kultur ist ein Lebewesen.«



Nur müssen wir uns das Flachbild verkörperlichen, nämlich den ausgespreizten Fächer als Kegel denken mit einer Grundfläche gekreuzter Linien. Alle diese Linien bedeuten Reihen, zeitliche (A, A_1^a ..... A_x^a) oder räumliche (A_x^a, A_x^b ..... A_x^z), das heißt je entfernter die Glieder voneinander in Zeit und Raum sind, desto entfernter auch ihrem innern Wesen nach. Entwicklung und geographische Abstufung[1] ergänzen sich als Vorgang und Ergebnis. Beide können sehr ungleichmäßig in die Erscheinung treten, ihre Übergänge können bald schroffere, bald sanftere sein. In jene (Wasserfälle oder Steilen) pflegt man Grenzen zu legen, von Sprachperioden oder von Mundarten, und auf die zusammengeordneten Grenzen eine stammtafelartige Einteilung der Mundarten zu gründen. Man verkennt dabei, daß solche Grenzen an und für sich zu Recht bestehen und doch nicht weiter in Rechnung gebracht werden können. Setzen wir als denkbar einfachsten Fall eine Reihe *a b c d e f g h*, in welcher der Abstand jedes Gliedes von dem benachbarten *1*, nur der zwischen dem vierten und fünften 3 betrüge. Ohne Bedenken wird man einen Einschnitt, eine Grenze zwischen *d* und *e* feststellen; ließe sich aber damit eine Teilung in zwei Gruppen rechtfertigen? Das Wesentliche ist doch die Richtung der Abstände, die von *a* aus wachsen (1 2 3 6 7 8 9)[2]. Aus der tatsächlichen Ordnung der Mund-

---

[1] In der »Einführung« erwähnt MEYER-LÜBKE die von mir 1868 und 1870 erörterte geographische Abstufung mit keinem Wort, obschon sie sich auch auf andern Gebieten deutlichst offenbart (s. H. PAUL), wohl aber gedenkt er meines Stammbaums des Romanischen von 1866. Eine feste, endgültige Einteilung der romanischen Mundarten ist seiner Meinung nach vorläufig nicht möglich, weil uns die Kenntnis so vieler Tatsachen noch abgehe; sie ist überhaupt unmöglich, und das liegt in der Natur der Sache. Der Willkür ist ein ziemlich weiter Spielraum gewährt. So konnte kürzlich das von ASCOLI schön zusammengefügte Ladinisch (Rätoromanisch) von ASCOLIS Schüler und Nachfolger C. SALVIONI als eigene Mundartengruppe aus dem Grundbuch der Romania getilgt werden (Ladinia e Italia, Pavia 1917). Natürlich mit durchaus wissenschaftlichen Mitteln; aber auch ohne außerwissenschaftlichen Antrieb? Denkt doch ein andrer Mailänder, E. RIGNANO, ernstlich daran, der mit Recht geschätzten Zeitschrift »Scientia« eine neue Richtung zu geben, die zu dem Titel in starkem Widerspruch stünde.

[2] Wenn VIGGO BRØNDAL, Substrater og laan i Romansk og Germansk 1917 (43) meint, die Vorstellung, »at der altid forelaa geografisk Kontinuitet, aldrig virkelige Grænser«, werde durch die unmittelbare Beobachtung widerlegt, so hat er wenig-

arten läßt sich keine Genealogie von ihnen gewinnen, und umgekehrt bietet die Sprachgeschichte, soweit sie unmittelbar gegeben ist, keine Grundlage für eine Gruppierung der Mundarten. Es müßten denn verschiedene Einteilungsgründe miteinander verknüpft und Heutiges mit Vergangenem vermengt werden. Die geographische Abstufung beruht auf der mehr oder weniger gleichmäßigen Ausbreitung einer Sprache über ein größeres Gebiet und dem naturgemäßen Verkehr zwischen den Nachbarschaften; sie kann durch geschichtliche Ereignisse in hohem Grad gestört (man denke z. B. an das Durcheinander der berberischen Mundarten), kaum ganz zerstört werden. Es ist ja denkbar, daß eine Anzahl ganz selbständig erwachsener Mundarten schließlich in feste Berührung miteinander kommen; es wird sich dann irgendwelche Gemeinsamkeit zwischen je zwei von ihnen, aber keine geographische Abstufung aller herausstellen. Und umgekehrt wird sich aus einer derartigen Kette keineswegs mit Notwendigkeit ein gemeinsamer Ursprung der Glieder ergeben[1]. Aber auch in dem andern Falle, wo das Vorhandensein einer Ursprache feststeht, läßt sich diese aus der Reihe der Mundarten höchstens in unsicherer und unvollkommener Weise wiederherstellen, wie wir an Romanisch und Latein erproben können[2]. Übrigens besteht zwischen Kette und Reihe kein Gegensatz,

---

stens mich mißverstanden: für mich stehen ja nicht die Übergänge selbst, sondern ihre Stufenfolge im Mittelpunkt der Betrachtung. Er sagt: »Der gives altsaa — synes det — Spring, ikke altid jævne Overgange.« Gewiß, aber mag z. B. der Sprung vom Gaskognischen zum Aragonischen so groß sein wie er wolle, jenes steht diesem doch weit näher als das Pikardische.

[1] Ich vermag daher die Bündigkeit des Beweises, den A. Trombetti, L'unità d'origine del linguaggio 1905 (13), für seinen Lehrsatz vorbringt, nicht anzuerkennen. Er sagt: »se si dimostra che A è affine a B e B alla sua volta è affine a C, quindi C a D ecc., ne viene di conseguenza (rappresentando col segno = l'affinità, cioè l'identità primitiva): A = B = C = D = ... Z ossia appunto la comune origine di tutti i gruppi linguistici.« Alles kommt hier auf die Beschaffenheit der »affinità« an, und diese durfte keinesfalls durch das Gleichheitszeichen dargestellt werden. Darf man denn die Reihe nicht folgendermaßen auflösen: a b . . c d ∾ c d . . e f ∾ e f . . g h . . . .? Und wie wären diejenigen zu widerlegen, die eine Mehrheit ursprünglicher Sprachen und sodann ihre verschiedenseitige Mischung miteinander annähmen? Denn es geht nicht an, der Mischung von vornherein die Fähigkeit zu einer Rolle von solcher Bedeutung abzusprechen.

[2] T. Torbiörnsson, Die vergleichende Sprachwissenschaft 1906, ist andrer Meinung. Er schreibt (46): »Ein Romanist hat einmal gesagt, es wäre uns ganz unmöglich, aus der romanischen Sprache die Laute und Formen des Lateinischen zu rekonstruieren.« Wenn es nur ein Romanist gewesen ist, so habe ich um so mehr Grund, an mich zu denken, als es gleich darauf heißt, daß »gewisse Romanisten so schwer die Lehre von der Ausnahmslosigkeit der Lautgesetze haben begreifen können«. Und weiter, daß die »Romanisten, was allgemein sprachwissenschaftliche Methode anbelangt, nicht völlig denselben Standpunkt erreicht haben, den die vergleichende Sprachwissenschaft im übrigen einnimmt.« Ferner: »Der romanische Schlüssel ist das Lateinische . . . Er verführt den Romanisten dazu, nicht die nötige Aufmerksamkeit

sondern nur ein Gradunterschied; wir haben Mischung entweder erst bei ausgeprägten Mundarten, oder sie beginnt schon mit der Spaltung. Mischung durchsetzt überhaupt alle Sprachentwicklung; sie tritt ein zwischen Einzelsprachen, zwischen nahen Mundarten, zwischen verwandten und selbst zwischen ganz unverwandten Sprachen. Ob von Mischung oder von Entlehnung, Nachahmung, fremdem Einfluß die Rede ist, immer haben wir wesengleiche Erscheinungen vor uns; »Vermischung« würde vielleicht denjenigen eher zusagen, die sich eine Sprache als Lebewesen vorstellen[1].

---

den Einzelheiten zu widmen, wenn nur Anfang und Ende so einigermaßen zusammenstimmen.« Und anderes mehr, was alles zusammen den Stoff zu einer Verleumdungsklage der Romanisten bilden könnte; zum mindesten scheinen mir die Dinge auf den Kopf gestellt. Ich habe schon 1873 gesagt: »Die romanischen Sprachen sind wie kein anderes Objekt dazu geeignet, daß man an ihnen die Schärfe und die Sicherheit der linguistischen Methode ausbilde«, und keiner andern Ansicht ist ein so hervorragender Sprachforscher gewesen wie de Saussure.

[1] Da besonders an dieser Stelle A. Meillets und meine Wege auseinandergehen und er neuerdings (1915) die Schwierigkeit der gegenseitigen Verständigung betont, so möchte ich zunächst eine Hauptwurzel dieser Schwierigkeit aufdecken. Sie liegt darin, daß wir alle, auch die, welche die entschiedensten Gegner einer Verkörperlichung der Sprache sind, doch von den Sprachvorgängen zu reden pflegen, als ob sie sich in der Sprache als etwas Selbständigem und nicht vielmehr in den Sprechenden vollzögen. Wenn Meillet sagt: »L'objet essentiel de mon article était de montrer que la parenté des langues n'exprime pas un fait linguistique, mais un fait social«, so fühle ich mich nicht getroffen, der ich alles Sprachleben im gesellschaftlichen Lichte betrachte; übrigens verstehe ich auch den Gegensatz nicht (in der früheren Formung: »la définition de l'identité linguistique ne peut être que sociale«, ist die Beziehung zwischen den beiden Adjektiven eine ganz andere). Er fährt fort: »la classification généalogique des langues ..... repose sur le sentiment que des sujets parlants ont eu continuement de parler telle ou telle langue.« Früher hieß es: »la parenté de langues résulte uniquement de la continuité du sentiment de l'unité linguistique« (vorher: »le sentiment ou la volonté de parler une même langue«). Aber die Sprachverwandtschaft, welche jedenfalls zweierlei umschließt: Gleichheit und Verschiedenheit, kann nicht »einzig und allein« auf einer Ursache beruhen, sondern nur auf einer doppelten: dem Trieb zu Neuerungen (mit der Nachahmung von Neuerungen) und dem Bedürfnis, verständlich zu bleiben. Auf jenem beruht ja zunächst die mundartliche Spaltung, und wenn sie nicht wäre, fänden wir nur eine einzige, nicht mehrere Sprachen. Der Drang nach verständlicher Rede ist gewiß etwas Unmittelbareres und Weiteres als der bewußte Wille, eine bestimmte Sprache zu gebrauchen; daß dieser immer und überall herrsche, wie Meillet annimmt, dem widersprechen zahlreiche mir bekannte und großenteils auch von mir bekannt gegebene Tatsachen, darunter eigene Erlebnisse und sogar solche an mir selbst — diesen Faden kann ich hier nicht wieder aufnehmen. Was als Mischsprache zu gelten habe, darüber darf man verschiedener Ansicht sein; hinsichtlich der negerkreolischen Sprachen hat Meillet, ohne das zu bemerken, im wesentlichen dieselbe wie ich: »les parlers créoles français ne sont pas du français africanisé (on n'y trouve rien d'africain)«. Ich hatte z. B. gesagt: »Man pflegt sie als Ergebnisse sehr eigenartiger oder hochgradiger Mischung zu betrachten: aber das, was sie kennzeichnet, ist vielmehr, wenn ich so sagen darf, der volapükische Zug.« Meyer-Lübke, Einführung[2] 16, vertritt noch die ältere Anschauung, die auch mich einst gefangen hielt; er schildert die kreolischen Mundarten als »Mischprodukte

Greifen wir zurück auf den oben angeführten Ausspruch von von der Gabelentz. Er scheint zu besagen, daß die Gesamtheit untereinander verwandter Sprachen zwar nicht einer Gruppe von Einzelwesen, so doch einem solchen entspreche, also die verschiedenen Sprachfamilien verschiedenen Einzelwesen. Das ginge jedoch deshalb nicht an, weil hier die Begrenztheit und damit die Selbigkeit fehlt, die das Merkmal des Einzelwesens bildet. Innerhalb einer Sprachenfamilie gibt es keine Grenzen der Veränderungen bis zu völliger Entähnlichung[1]; jede die irgendwo vorkommt, kann auch anderswo vorkommen, Typen und Sprachfamilien decken sich nicht. Von einem ungeheuren Ganzen, das bis in die Anfänge der Menschheit hinaufreicht, liegen uns ein paar Scherben vor; es hängt vom Glücke ab, wieweit es uns gelingt, sie wirklich zusammenzusetzen, jedenfalls können wir sie alle in eine höhere Einheit hineindenken. Goethe schrieb 1787 an Herder: »Die Urpflanze wird das wunderlichste Geschöpf von der Welt, um welches mich die Natur selbst beneiden soll. Mit diesem Modell und dem Schlüssel dazu kann man alsdann noch Pflanzen ins Unendliche erfinden, die konsequent sein müssen, das heißt, die, wenn sie auch nicht existieren, doch existieren könnten, und nicht etwa malerische oder dichterische Schatten und Scheine, sondern eine innerliche Wahrheit und Notwendigkeit haben. Dasselbe Gesetz wird sich auf alles übrige Lebendige anwenden lassen.« Der französische Übersetzer von Goethes »Metamorphose« unterscheidet in der Vorrede (1829) die Geschichte der Pflanze von der Geschichte der Pflanzen; ebenso dürften wir — ohne damit die Angleichung der Sprache an die Pflanze wiederbeleben zu wollen — die Geschichte der Sprache der Geschichte der Sprachen gegenüberstellen.

Mit dem Begriffe der Mischung sind wir schon in einen engeren Kreis von Betrachtungen getreten. Von außen gesehen, bot uns eine Sprache nicht das Bild einer abgeschlossenen Einheit dar; nun zeigt sie sich auch ihrem innern Bau nach nicht als eine solche, sondern als eine Zusammensetzung aus Tatsachen, die zwar miteinander in mehr oder minder festem Verband stehen, aber doch nicht in unlös-

---

des Romanischen mit den Sprachen der Eingeborenen und der eingewanderten Neger, die namentlich im Formenbau ein ganz unromanisches Gepräge zeigen, eine rohe Anpassung an völlig anders geartetes sprachliches Denken« (von Formenbau war überhaupt nicht zu reden, und das Denken ist nicht anders geartet als das romanischer Kinder).

[1] Aber auch keine Grenzen im entgegengesetzten Sinn; Trombetti hebt dies hervor (Sulla parentela della lingua etrusca 1908, 11): »Non vi è nessun limite per la conservazione delle forme linguistiche come non vi è nessun limite per la loro alterazione.«

barem[1] — sonst wäre ja Mischung unmöglich. Eine Sprache ist keine einstoffige Masse, aus der eine Stichprobe genügte; sie ist kein Organismus, der ein *Ex ungue leonem* verstattete; aber die Einheitlichkeit ihres Gebrauchs täuscht uns eine Einheitlichkeit ihrer Entstehung vor. Aus einem einzigen Worte erkennen wir die Sprache, der es angehört, und nun glauben wir aus dem erwiesenen Ursprung dieses Wortes auf den Ursprung sämtlicher mit ihm vergesellschafteten Wörter oder überhaupt Sprachtatsachen schließen zu dürfen. Schon König Psammetich verfiel in diesen Fehler, als er um des Wortes ΒΕΚΟϹ willen das Phrygische für die älteste Sprache der Welt erklärte. Ein derartiges *Pars pro toto* läßt sich nicht einmal als »heuristisches« Verfahren rechtfertigen[2]. Jede Sprache erfreut sich mehrerer Verwandtschaften, die natürlich nach Umfang und Wert ungleich zu sein pflegen; sie werden in einer Formel zusammengefaßt, die irgendwelcher Verkürzung oder Vereinfachung fähig ist, wozu es weiterer Erwägungen bedarf. von der Gabelentz sagt 272: »Die Genealogie hält sich an den Satz: *Denominatio fit a potiori*, ordnet eine jede Sprache derjenigen Familie zu, der sie der Hauptsache nach zugehört, und ist damit bis in die neueste Zeit gut gefahren.« Was aber haben wir nun als die Hauptsache anzusehen und warum? Das gesamte Sprachgut spaltet sich in zwei Schichten: äußere Sprachformen und innere. Die Übereinstimmungen mit andern Sprachen erweisen sich im allgemeinen bei den ersteren als Ergebnisse der Verwandtschaft i. e. S., das heißt der geschichtlichen (genetischen), bei den letzteren bleibt es wenigstens zunächst unentschieden, ob sie auf dieser Verwandtschaft beruhen oder auf elementarer[3]. Das gleiche gilt für die Naturwörter (Schall-,

---

[1] Selbst dichte Zusammenschlüsse, wie die Flexionsendungen, sind gegen Einbruch von Fremdem nicht gesichert; ich erinnere an das lat. *-eta-* im bask. Plural, das franz. *-s* im deutschen Plural, das kaukas. *-k'* im armen. Plural, das armen. *-iw* im georg. Instr. Ich benutze die Gelegenheit, um die Deutung des *-s* in einem indoport. *gobernadors casa* als eines engl. Genetiv-*s*, die ich früher einmal gegeben habe, zu berichtigen; *s* steht für *su* (dem G. sein Haus).

[2] Das gilt besonders für die erloschenen Sprachen, von denen wir nur Bruchstücke, zum Teil noch unverständliche, besitzen. Wie kann da ein gewaltiges X von der kleinen, flackernden Lichtquelle einiger Wortformen beleuchtet werden? Sehr beherzigenswert ist der Schluß von G. Herbigs Abhandlung: Kleinasiatisch-etruskische Namengleichungen (1914). Er sagt u. a.: »Wenn wir von der lateinischen oder der phrygischen Sprache z. B. nur die unter starkem etruskischen oder kleinasiatischen Einfluß stehenden Eigennamen hätten [man denke auch an die romanischen Personennamen germanischen Ursprungs], könnten wir zu Verwandtschaftsschlüssen kommen, die von der Wahrheit weit abweichen.«

[3] Dieser Begriff der elementaren Verwandtschaft, den ich anderswo schon beleuchtet habe und noch stärker zu beleuchten gedenke, hängt mit dem obenberührten der allgemeinen Spracheinheit zusammen und ist von dem andern, dem der geschichtlichen Verwandtschaft, nicht kernverschieden; ich habe auch deshalb keinen ganz abweichenden Ausdruck gebrauchen wollen, wie etwa den aus der Chemie oder der Tonkunst zu entlehnenden »Affinität.«

Lall-, Empfindungswörter) und alles rein Lautliche, insofern es eben keinen Bezug auf die Bedeutung hat. Mit den äußern Sprachformen ist also größere Sicherheit verbunden; besonders hebt sich das Neue vom Alten deutlicher ab, doch vermögen wir in sehr vielen Fällen nicht zu unterscheiden, ob etwas entlehnt oder urverwandt ist. Weit häufigerem und stärkerem Zweifel sind wir bei den innern Sprachformen ausgesetzt; hier helfen uns keine »Lautgesetze«[1], auch entspricht dem gesammelten Stoff noch keine hinlänglich vertiefte Bearbeitung. Zugunsten der äußern Sprachformen als der »Hauptsache« dient nun auch der Umstand, daß wir schon mit ihnen allein uns immer bis zu einem gewissen Grade verständlich machen können, hingegen mit den innern Sprachformen allein durchaus nicht. Hingegen mag die Forschung, indem sie die Rücksicht auf das Praktische verschmäht, behaupten, die innern Sprachformen seien das Wesentlichere, wie der Kern gegenüber der Schale, das Knochengerüst gegenüber dem Fleische. Hiermit sind wir beim eigentlichen Streitpunkt angelangt, der allerdings für die meisten Sprachforscher keiner mehr ist. Sie bekennen sich zu der Formel, deren Aufstellung man H. LUDOLF (gest. 1704) zum Verdienst anrechnet: die Sprachverwandtschaft offenbart sich nicht im Wörterbuch, sondern in der Grammatik. Bei dieser allgemeinen Anerkennung hat ein unbewußter Kunstgriff mitgewirkt, den die Dehnbarkeit der durch Jahrtausende überlieferten Ausdrücke ermöglichte: man nahm den kleinsten, aber am schwersten wiegenden Teil aus dem Wörterbuch weg und legte ihn in die Wagschale der Grammatik. Oder sind etwa (lieb)*st*, (lieb)*te*, (lieb)*lich*, (lieb)*reich*, (liebe)*voll*, *be*(lieben) nicht ebensogut äußere Sprachformen wie *du*, *tat*, *gleich*, *reich*, *voll*, *bei*? So liegt denn schließlich doch beim Wörterbuch die Entscheidung; daß die einen Bestandteile fester sitzen als die andern, begründet keinen wesentlichen Unterschied. Auch diejenigen Tatsachen, bei denen elementare Verwandtschaft möglich ist, schwanken zwischen Dauerhaftigkeit und Veränderlichkeit[2]. Und schon deshalb sind wir vor allem

[1] Wenn z. B. in deutschen und romanischen Mundarten ebenso wie im Slawischen die Ausdrucksweise »wir setzen sich« (für »uns«) besteht, so liegt hier klärlich teils elem. Verwandtschaft, teils Entlehnung vor, vielleicht teils beides zugleich; doch ist die örtliche Abgrenzung fast unmöglich. — Wir könnten daran verzweifeln, manche Rätsel der Vergangenheit zu lösen, ja, wegen schon gelöster bedenklich werden, wenn wir wahrnehmen, welche harten Nüsse uns gerade die jüngste Gegenwart zu knacken aufgibt. Wie wir nicht ermittelt haben, woher *tachinieren* und *boche* stammen, so wissen wir auch nicht, ob der mit der Geschwindigkeit von *Mentalität* sich verbreitende Ausdruck: »eine gute Kinderstube gehabt haben«, nicht seine Wiege bei *Baby* und *Nurse* gehabt hat.

[2] Als feste Säulen der Sprachwissenschaft galten noch unlängst der isolierende, der agglutinierende und der flektierende Typ: es sind nur ineinander übergehende Aggregatzustände.

auf den Wortschatz angewiesen, weil viele Sprachen einer eigentlichen Grammatik ermangeln[1]. Ferner möge man nicht mit der Satzfrage beginnen: gehört die Sprache *a* zum Sprachstamme A oder nicht? sondern mit der Wortfrage: wohin gehört *a*? Von vornherein aber sind wir nie auf zwei Möglichkeiten beschränkt. Bekannt sind die gefalteten Vexierwandschirme, die dem Linksstehenden ein ganz anderes Bild bieten als dem Rechtsstehenden. Daran erinnert mich der um das Hettitische entbrannte Kampf: nach F. Hrozný ist es eine arische Sprache mit kaukasischem Einschlag, nach E. Weidner eine kaukasische mit arischem Einschlag. Vielleicht endet er damit, daß sich die Beobachter in die Mitte stellen und infolgedessen dem Hettitischen eine Mittelstellung zwischen dem arischen und dem kaukasischen Sprachkreis zuerkennen. Bei Trombetti spielen Mittelstellungen eine große Rolle und nicht bloß zwischen zwei Gliedern; so setzt er das Elamische in die Mitte eines Dreiecks: Kaukasisch-Drawidisch-Nilotisch, nachdem er sich auf das bestimmteste gegen die Annahme ausgesprochen hat, es sei eine Mischsprache[2]. Zur Mischung bildet in meinen Augen die Mittelstellung ebensowenig einen Gegensatz wie die Entlehnung (oder der Einschlag). Ich wiederhole bei dieser Gelegenheit die von mir schon früher einmal angeführten Worte des Ethnologen F. Graebner (1911): »Alles in allem sind jedenfalls die Begriffe der Entlehnung und der Urverwandtschaft nicht absolut, sondern nur

---

[1] C. Meinhof bekämpft in seinem Aufsatze: Die afrikanischen Sprachen und ihre Erforschung (Die Geisteswissenschaften I. 1914, 374), ohne mich zu nennen, meine Auffassung. Er sagt: »Daß Westermann nicht Formenlehre, sondern Stämme verglichen hat, hat man als Beweis angeführt, daß eben die Vergleichung der Wortstämme die Hauptsache sei. Das ist ein völliger Irrtum. Westermann hätte sehr gern mit Vergleichung der Formenlehre begonnen, wenn nur eine eigentliche Formenlehre vorhanden gewesen wäre. Der Mangel einer solchen bzw. ihre Dürftigkeit ist ja aber gerade das Charakteristikum dieser Sprachen.« Gegen den Mangel eines Charakteristikums als Charakteristikum weiß ich nichts einzuwenden. Vorher aber heißt es von Westermann: »Er hat damit bei allen denen nicht viel Anklang gefunden, die immer noch versuchen, durch Vokabelvergleichung Sprachenzusammenhänge zu erweisen, ohne auf den inneren Bau der Sprache dabei Rücksicht zu nehmen.« Ich denke, hier geschieht mir Unrecht: von meiner Abhandlung: »Bari und Dinka«, auf die sich das Gesagte bezieht, handelt der größte Teil über ein »Charakteristikum«, nämlich das grammatische Geschlecht und die es bezeichnenden Nominalpräfixe. Ferner lese ich: »Wer allerdings das Nubische für eine flektierende Sprache hält, mit dem kann man nicht rechten.« Wohl wird auch Meinhof nicht eine bei mir ungenügende Kenntnis der nubischen Konjugation im Auge haben, sondern nur eine verschiedene Definition. Doch nicht darauf kommt es an, sondern auf die Sache, und ich vermag nicht zu erkennen, daß die Konjugation des Nubischen von der der kuschitischen, der nilotischen Sprachen, des Hausa, des Ful usw. in dem, was diesen allen gemeinsam ist, sich unterschiede.

[2] »Cade perciò la deduzione arrischiata che l' Elamitico sia una lingua mista« — »come le due razze non si fusero in una, così la lingua non divenne una 'Mischsprache'« La posizione linguistica dell' Elamitico 1913, 9. 18.

relativ verschieden. Der Tatbestand der Entlehnung ist der einer verhältnismäßig schwachen Verwandtschaft.« Sprachverwandtschaft ist nicht minder abgestuft wie Personenverwandtschaft. Das Baskische hat verwandtschaftliche Beziehungen zum Kaukasischen wie zum Hamitischen; ich hatte jene höher eingeschätzt als diese, hauptsächlich wegen der Übereinstimmung gewisser innern Sprachformen; nun, da sich mir für diese die Möglichkeit elementarer Verwandtschaft ergeben hat, zieht mich die Menge der Wortübereinstimmungen auf die andere Seite. Trombetti hingegen rückt das Baskische etwas vom Hamitischen ab und an das Kaukasische heran. Dadurch wird keine wesentliche Verschiedenheit unserer Ansichten geschaffen, und weitere Forschung wird wohl die Verschiedenheit überhaupt beseitigen. Die von Trombetti und auch von N. Marr aufgestellte Verwandtschaft des Kaukasischen mit dem Hamito-semitischen schließt keineswegs die mit dem Arischen aus. Bopps Arbeit: Die kaukasischen Glieder des indoeuropäischen Sprachstamms (1842. 1847) verdient heutzutage eine, ich will nicht sagen günstigere, so doch anders gefärbte Beurteilung als früher; sie sollte nicht mehr als Schulbeispiel für sprachwissenschaftliche Verirrung dargestellt werden; am wenigsten durfte das von von der Gabelentz (153. 165) geschehen, dessen Vergleichung des Baskischen mit dem Berberischen — allerdings eine nachgelassene Arbeit (1894) — ein weit lehrreicheres Beispiel darbietet. Wie dem Baskischen, so weist Trombetti auch dem Etruskischen eine Mittelstellung an mit größerer Nähe nach dem einen Außenglied zu (dem Kaukasischen gegenüber dem Arischen); jedenfalls ist diese Genauigkeit übertrieben, bei der Dürftigkeit dessen, was wir Sicheres über das Etruskische wissen. Geradezu befremdet mich aber die Schärfe, mit der er das Etruskische dem Arischen wohl angegliedert, aber keinenfalls eingegliedert wissen will[1]; denn das widerspricht meinen Anschauungen über den Ursprung der Mittelsprachen und über die Umgrenzung von Sprachgruppen, insbesondere der arischen mit den beständig sich erweiternden Grenzen. Die Leitgedanken Trombettis über Sprachverwandtschaft treten in dieser Abhandlung, Sulla parentela della lingua etrusca 1908, besonders deutlich hervor; es lag ja auch kräftigste Anregung dazu in der Geschichte der etruskischen Sprachforschung mit ihren so merkwürdigen Schwankungen. Von der unglaublichen Verirrung Corssens sagt er, sie sei lehrreich, weil sie wieder einmal zeige, wie eine anscheinend strenge Methode zur Eroberung der Wahrheit nicht genüge, sondern

[1] »A mio parere è assolutamente escluso che l'Etrusco sia una lingua indoeuropea« — »l'Etrusco .... può essere affine all' Indoeuropeo senza rientrare in questo gruppo« (13).

dazu eine glückliche Intuition gehöre. Und man müsse auch beachten, daß es nicht nötig sei, aus dem uns verfügbaren Stoffe mehr entnehmen zu wollen, als er seiner Natur nach bieten könne, sonst werde keine wissenschaftliche Arbeit geleistet, sondern das Gegenteil[1]. Beides ist richtig, und doch steht das Verpönte mit dem Wünschenswerten in engem Zusammenhang. Die wissenschaftliche Ertragfähigkeit irgendwelchen Stoffes läßt sich von vornherein nicht bemessen, und wir alle begehen daher Überschreitungen, und nicht am wenigsten Trombetti, in wie bewundernswerter Weise er auch Besonnenheit und Kühnheit zu vereinigen weiß. Wir haben hier nur den unerwünschten Überschuß der für den Forscher unentbehrlichen Einbildungskraft, von der sich anderseits die »glückliche Intuition« abzweigt. Diese ist wohl nicht ganz dasselbe wie die Intuition von Bergson oder B. Croce und ganz etwas anderes als die farbigen Brillen des berühmten Mezzofanti, mit dem sich Trombetti der gleichen Vaterstadt rühmt. Sie waren Märchenbrillen, durch die man eine Sprache als Organismus wahrnahm.

Man wird finden, daß mit den bisherigen Auseinandersetzungen noch keine völlige Klarheit erzielt worden ist. Wenn ich sage: die Knochen sind dauerhafter als das Fleisch, so bedarf das keiner Erläuterung; aber was soll das heißen: bei der Sprache ist das eine dauerhafter, das andere veränderlicher? Die Sprache ist ja kein Ding, sie ist eine menschliche Betätigung; genauer müßte man sagen: die Sprechenden halten das eine fester als das andere. Im allgemeinen dürfen wir von der Beziehung der Sprache auf die Sprechenden absehen und sie behandeln, als ob sie eine Substanz wäre; wir pflegen nicht zu sagen, daß eine Sprachtatsache verändert wird, sondern, daß sie sich verändert; wir fühlen unsere Triebe und Strebungen in die Sprache hinein. Aber dann und wann muß das wahre Wesen der Sprache doch hervorgekehrt werden, und so kommt hier ans Ende, was von Rechts wegen an den Anfang gehört hätte. Die Sprachverwandtschaft bildet die Stammverwandtschaft ab, und diese wiederum die Personenverwandtschaft. In der Tiefe decken sich Sprachgeschichte und Geschichte der Sprechenden, ohne daß sich an der Oberfläche ein Parallelismus zu zeigen braucht. Wir nehmen oft starke Volksmischung bei ziemlich einheitlicher Sprache wahr und umgekehrt. Das rührt eben von der mannigfachen Einwirkung der gesellschaftlichen Kräfte

[1] »L'incredibile sua aberrazione è istruttiva, in quanto per essa si dimostra ancora una volta come non basti un metodo in apparenza rigoroso per la conquista del vero, ma occorra una felice intuizione. E dobbiamo pure osservare che non bisogna cercar di trarre dai materiali che sono a nostra disposizione più di quanto essi possono dare per loro natura, altrimenti non si fa opera scientifica, bensì anti-scientifica« (9).

her. Was das streitige Verhältnis zwischen den äußern und den innern Sprachformen anlangt, so führt uns die Beobachtung unseres eigenen und des uns umgebenden Sprachlebens sowie das Studium des vergangenen, vor allem des Sprachenwechsels, oft zu ganz entgegengesetzten Ergebnissen. Als Glaubenssatz gilt allgemein, daß die ursprüngliche Sprache durch die neu angenommene immer »durchschlage«. Aber welche Seite, welcher Teil von ihr? Früher neigte man dazu, den verrömerten Kelten ein verrömertes Keltisch entsprechen zu lassen, ja, man betrachtete die romanischen Sprachen überhaupt als Fortsetzungen der vorrömischen Sprachen, die nur einen lateinischen Überzug erhalten hätten. Doch wieviel keltische und iberische Grammatik können wir denn im Französischen und Spanischen nachweisen? Als Gegenstück dienen jene deutschen Mundarten bei Bevölkerungen deutschen Ursprungs, die als ein Romanisch und Slawisch mit deutschen Wörtern gelten könnten. Wir müssen also die Volksgeschichte kennen, um zu wissen, ob ein AI als A^i oder als I^a zu begreifen ist. Da der Sprachenwechsel an der Kreuzung von Anthropologie, Ethnologie, politischer und Kulturgeschichte liegt und auch bei einer allgemeinen Untersuchung das Eingehen auf zu viel einzelnes erfordert würde, so ist es mir nicht möglich diese Untersuchung auf dem von mir gewählten knappen Raume vorzunehmen; es ist aber auch für meinen Zweck nicht notwendig. Die Erkenntnis, daß die Sprache eine Tätigkeit ist, genügt, um sie nicht geeigneter für genealogische Darstellung zu erachten als irgendwelche andere Tätigkeit[1].

Trombetti bezeichnet als höchstes Ziel des Sprachforschers den Nachweis des einheitlichen Ursprungs der Sprache. Die Einheitlichkeit besteht für mich jedenfalls, sei es auch, indem ich die geschichtliche Verwandtschaft durch die elementare ergänze. Als höchstes Ziel aber bleibt uns auch fernerhin die klare Vorstellung vom Ursprung der Sprache oder, was dasselbe bedeutet, vom Ursprung des Satzes.

---

[1] Sehr deutlich spricht sich F. N. Finck aus (Die Klassifikation der Sprachen 1901, 7f.): »Die Erwägung, daß das zu Klassifizierende eine Fülle von Tätigkeiten ist, muß jede Klassifikation, die einen dinglichen Charakter der Sprache voraussetzt, also auch die sogenannte genealogische Klassifikation verurteilen . . . .«. S. meine Bemerkungen dazu Ltbl. f. g. u. r. Ph. 1902.

Zum Iberischen in Südfrankreich.

Von Prof. Dr. Hermann Urtel
in Hamburg.

(Vorgelegt von Hrn. Morf am 12. Juli 1917 [s. oben S. 499].)

Hierzu Taf. I.

Auf dem reichen mundartlichen Wortschatze, den Gilliérons Atlas linguistique de la France in der Notierung Edmonts wissenschaftlicher Bearbeitung zugänglich gemacht hat, haben sich im letzten Jahrzehnte Untersuchungen aufgebaut, die auf die Entwicklung der Mundartenforschung, ja der Sprachbetrachtung überhaupt, nachhaltigen Einfluß ausgeübt haben. Diese Arbeiten haben sich im wesentlichen dem Studium der geographischen Verteilung der Lauterscheinungen und der einzelnen Worttypen zugewandt, aus deren Schichtung die Forschung wichtige Folgerungen gezogen hat — ich erinnere nur an H. Morfs Abhandlung über die sprachliche Gliederung Frankreichs. Dagegen ist bisher noch nicht systematisch untersucht worden, wieweit sich in der modernen Schicht, soweit sie uns der Atlas vor Augen stellt, vorromanische Elemente lebendig erhalten haben.

Die vorliegende Studie, die aus der Beschäftigung mit der lebendigen Sprache der französischen Basken hervorgegangen ist, möchte nun einen Beitrag liefern zur Lösung der Frage, ob sich im südfranzösischen und katalanischen Wortschatze des Sprachatlasses unter Ausscheidung der Lehnwörter Elemente nachweisen lassen, die in ihrer begrifflichen Form an baskische Bildungen erinnern oder in der äußeren Gestalt entsprechenden baskischen Ausdrücken verwandt zu sein scheinen[1].

In einem zweiten Teile wird dann von der iberischen Herkunft einiger Ortsnamen im Süden und im Zentrum Frankreichs gehandelt

[1] Wer die Dialektwörterbücher der einzelnen südfranzösischen Mundarten auf der Suche nach Vergleichspunkten in dieser Richtung durchzuarbeiten unternähme, der würde wohl eine reichere Ernte vorlegen können; hier, wo es sich um einen ersten Versuch handelt (der hoffentlich später weiter ausgebaut werden kann), genüge als Grundlage das Atlasmaterial.

werden. Damit soll nach rein sprachlichen Gesichtspunkten festgestellt werden, wieweit auf bestimmten Gebieten in der südlichen Hälfte Frankreichs nach Norden und Osten hin iberischer Einfluß heute noch erkennbar erscheint.

Zuerst seien einige Fälle herausgehoben, in denen, nach dem heutigen baskischen Ausdrucke zu urteilen, die ursprüngliche iberische Begriffsauffassung im romanischen Worte noch durchschimmert.

Man wird zweifeln können, ob die Bezeichnung des 'Hagels', vgl. REW 6445, 6447 als 'Stein' — der Vergleich liegt zu nahe — hierher zu rechnen sei, d. h. ob ein span. *piedra*, port. *pedrisca*, katal. *pedrascada*, *pedregada*, prov. *peirega* = Hagel, *peiregada* 'chute de grêle' (Mistr.) [vgl. Atlaskarte 667: *pẹdrə* P. 794, *padrę̄gə* P. 795 (il grêle), usw. im katalanischen Sprachgebiete des Dep. Pyrénées Orientales] ein baskisches *harri+a*[1] 'Stein, Hagel' widerspiegele; die Beschränkung auf ein — wie wir zu zeigen hoffen — iberisches Grundgebiet ist freilich recht auffällig; deutlicher scheint die Beziehung des merkwürdigen bask. *arribizi* eig. 'lebender Stein' zu südfranz. *pèiro sourdo* (Mistr., wozu man auch den Ortsnamen eines Passes im Dep. H^tes^ Pyr. Le Port de *Peyre sourde* rechnen wird), beide = 'Echo', vgl. Schuchardt, Iberische Deklination SBAW Wien, Bd. 157 (1908) S. 77 Anm.

Das bearn. *ābẹn* 'décembre' K. 380 P. 697 [H^tes^ Pyr. an der span. Grenze] wird natürlich nicht dem bask. lab. *abẹndụa*, soul. *abẹntịa* entnommen sein, sondern mit diesem aus gemeinsamer Quelle stammen. Kaum wird sich Zweifel erheben, gegenüber einem ganz vereinzelt in den Westpyrenäen auftauchenden Namen der Fledermaus K. 260 (chauve-souris) P. 693 [Bass. Pyr.]: *aŭzẹ̆tdẹ̆nwẹit* 'oiseau de nuit', das dem charakteristischen baskischen Ausdrucke 'Nachtschwalbe' lab. *gaụ-ainhẹ̣ra*, soul. *gai-ai̯ñhẹ̄a* (Azk. *gau-ainhara*); [*gaušori* 'Nachtvogel' = Caprimulgus europeus nach Aranzadi, RIEB 3, 161] nachgebildet ist. Einleuchtend ist auch der begriffliche Zusammenhang bei *sặlĭgọ̆t* K. 1605

[1] Die baskischen Wörter werden im allgemeinen in der den Artikel enthaltenden Form angeführt. Soweit sie nicht R. M. de Azkues (Azk.) trefflichem Wörterbuche entnommen sind, stammen die Angaben in phonetischer Umschrift von einem Labourdiner von Arcangues und einem Souletiner von Barcus; lab. = labourdisch, soul. = soulisch; RIEB = Revue internationale des études basques. REW = Meyer-Lübkes Roman. Etymol. Wörterbuch. Die phonetische Schreibung nach Böhmers System bezeichnet die geschlossenen Vokale durch Unterpungierung, die offenen durch einen halbkreisförmigen Haken; der Wortakzent wird durch einen senkrechten Strich unter dem betreffenden Vokale angedeutet. Lab. *ṛ* ist ein dem *d* nahestehendes kakuminales *r*, lab. *ṡ* ein stark palatales *s*, wobei mit erhobener Zungenspitze an den oberen Alveolen eine Enge gebildet wird, beide der Md. von Arcangues eigentümlich; Azkue schreibt *ezker*, der Labourdiner von Arcangues spricht *əškẹr*, mit Artikel *əškẹr̄a*; Azk. hat aber auch *zume* 'osier', wo der Lab. *sumị*, mit Artikel *sumịa*, spricht. *r̄* bezeichnet das eigentümliche lange *r* des Spanischen.

P. 786 [Aude] für 'petit lait', das eine Übertragung aus einem zu dem unten behandelten *gazta*, *gazna* 'fromage' (Azk.) gehörigen Typus darstellt, das seinerseits zu *gatz* 'sel' zu stellen ist.

Gehen wir nun zu den noch heute in iberischem Gewande auftretenden Wörtern über, so halten wir uns, da wir nach geographischen Gesichtspunkten vorgehen, vorerst in der Nähe des heutigen baskischen Sprachgebietes.

Das bearn. *hār̄*, *hār* 'betrunken' K. 1251 (soûl) P. 695, 696 [H[tes] Pyr.], erstères unmittelbar an der spanischen Grenze, gehört offenbar zu bask. *harro* (Azk. *arro* 4°) 'joyeux drille, personne gaie', vgl. *harroaldi* 'moments de bonne humeur' (Azk. *arroaldi* 3°); lab. *harro* 'immodéré' findet sich in Darthayets Guide; nach van Eys Dict. Basque-Franç. S. 29 bedeutet *arro*, *harro* 'gonflé, vaniteux' und die Grundbedeutung scheint: 'creux'. In einem, wenn auch ferneren Zusammenhange mit diesem Stamme scheint auch lab. *hǫrdi*, soul. *ordi* 'schwer betrunken' zu stehen, da Wechsel zwischen a und o in der Stammsilbe im Baskischen häufig ist.

Auch den bearnischen Ausdruck für das schmerzhafte Taubwerden der Fingerspitzen bei Kälteeinwirkung, für die '*onglée*', möchte ich einem baskischen Ausdrucke vergleichen. *Kẹ suy ämụrrǫ* (j'ai l'onglée) K. 1646 P. 692 [Bass. Pyr.] ist doch nicht von einem im heutigen Baskisch in weiterem Sinne gebrauchten Worte zu trennen: *amurru* 'rage', soul. 'indisposition' (Azk.). Daß auch im Baskischen eine Bedeutung wie 'Betäubung' vorliegt, zeigt das von Azkue zitierte ronkalische Beispiel: *lo egiteaz amurri nago*, wörtl. 'durch Schlafmachen bin ich betäubt geblieben', was Azkue mit 'j'ai la tête lourde d'avoir dormi' wiedergibt. Aus den Dialekten meiner Gewährsleute kann ich im französischen Baskisch den Ausdruck '*amurri*' als 'onglée' nicht nachweisen[1]. Nun macht mich H. Schuchardt darauf aufmerksam, daß *amurrǫ* mit bearn. *amourrou* 'mit der Drehkrankheit behaftet', *amourri* 'engourdir', zusammengehöre und dieses sich kaum von span. *modorra* 'Schlafsucht, Drehkrankheit' trennen lasse (vgl. *amodorrarse*), daher bask. ronk. *amurri* 'Drehkrankheit' und bizk. guip. *amurru* 'Hundswut'. — Demgegenüber sehe ich nur zwei Möglichkeiten der Erklärung: bearn. *amourrou* wäre nach den spanisch baskischen Mundarten verschleppt, was bei der Verbreitung in allen Dialekten merkwürdig wäre: auch wäre dann der Herkunftsweg aus dem Iberischen nur verlängert, denn nichts spricht dafür span. *modorra* den iberischen Ursprung abzuerkennen — oder aber (dieser

[1] Der Labourdiner hat heute für die *onglée* ganz andere Ausdrücke, nämlich entweder das dem romanischen: 'j'ai les mains engourdies' entlehnte: *ęškụyak mõkortụyak ditut* [soul. *ęškiạk malgǫrtüik*] = *'malgourdies', oder einer alten Auffassung entsprechend, die in dem Brennen der Finger ein 'inneres Feuer' sieht. lab. *šuminduyak* 'feux piquants'.

Ansicht möchte ich beipflichten) span. *modorra* und bearn. *amurrǫ* enthalten beide verschiedene Stämme; daß span. *modorra* (vgl. REW 5631) iberischen Ursprungs ist, legen: bask. *modorro* 'stupide', niedernav. 'balourd, rustre' (Azk.), hochnav. *mudurri* 'triste, mélancolique' (Azk.) nahe, die von jenem nicht zu trennen sind; auch lab. *modorrua* (Darthayets Guide 1902, S. 225) 'abcès' wird trotz der etwas abweichenden Bedeutung dazu gehören.

Wenden wir uns nun Gegenden Frankreichs zu, die von der heutigen baskischen Basis entfernter liegen, so haben wir zuerst dem merkwürdigen Probleme näherzutreten, das uns der Typus 'gauche' aufgibt. In Frankreich herrscht nach dem Atlas fast auf dem ganzen gallo-romanischen Gebiete mit lautlich nur geringen Abweichungen 'gauche' vor; ausgeschlossen sind nur zwei scharf abgegrenzte Gebiete: ein Gebiet in den Departements Cantal, Aveyron, Lot und anderseits die katalanische Ecke von Roussillon. Hier wie dort herrscht ein Stamm *esker-*, *asker-*, der zusammengestellt wird mit dem span. *izquierdo*, *esquerro*, pt. *esquerdo* (REW 3116); dieser Stamm wird seinerseits auf ein iberisches Grundwort zurückgeführt, das heute noch im bask. *ezker*, lab. *əškę̄ra*, soul. *škę̄ră* fortlebt.

Der Atlas verzeichnet folgende Formen:

K. 629: *skę̄rǭ*, *dẹ lǫ pätǫ skę̄rǭ* 'de la main gauche' P. 716 [Aveyron], *ẹhkęrǫ* P. 713 [Lot], *hkę̆rǫ* P. 712 [Lot], *hkęrǫ* P. 715 [Cantal], *ẹhkęrǫ* P. 717 [Cantal], *hkąirǫ* P. 719 [Cantal]; ferner *ăskē̄rə* P. 795 [Pyr. Orient.] und ähnliche Formen auf den Punkten 794, 796, 797, 798 [Pyr. Orient.].

Das baskische *ezker* (vgl. REW 3116) hat H. Schuchardt am Ende eines reichhaltigen Artikels 'mit hinlänglicher Sicherheit als iberischen Ursprungs bezeichnet' (Zt. f. roman. Phil. 23, 200); er scheint aber mit der Zeit über die Herkunft des baskischen Wortes andern Sinnes geworden zu sein. In seinem Aufsatz 'Nubisch und Baskisch', Rev. Internat. des Et. Basques 6 (1912), Sonderabdr. S. 9 Anm. bemerkt er, daß er 'längst an dem iberischen Charakter des bask. *ezker* 'link' zweifelhaft geworden' sei; er sieht darin vielmehr eine Nebenform von *ezkel* 'schielend', 'das ja gewiß dem dt. 'scheel', natürlich einer älteren Form davon, entspricht.' Demgegenüber hat J. Jud (Romania 42, 603) eingewendet, daß sich eine Form *ezkel* weder im Altprovenzalischen noch im Spanischen findet, anderseits aber altprov. *esquer*, *esquerrier*, *escarrier*, kat. *esquerre* belegt sind, wo weder lautliche Gestalt noch Bedeutung auf einen Zusammenhang mit der baskischen Parallelform *ezkel* und dem germ. *skel* hinweisen. — Einfaches *r* wäre bei Schuchardts Deutung zu erwarten, das sich ja auch bei der Mehrzahl der Atlasformen findet;

aber *r* und *rr* wechseln auch innerhalb der baskischen Dialekte, ein Wechsel, dessen Bedingungen im einzelnen noch sehr der Aufhellung bedürfen (vgl. C. C. Uhlenbeck, Beitr. zu einer vgl. Lautl. d. Bask. 1903, S. 56).

In den Ortsnamen des Dep. Bass. Pyr. begegnet uns bask. *ezker* selten: Esquerra, Berg in der Gem. Béost-Bagès (Kant. Laruns); Esquerre, Hof in der Gem. Montant; 1552 Esquerra, vgl. ferner Esquerrès [H^tes Pyr.] bei Pouyastrac; dann Mendisquer, Gem. Alos-Sibas [Bass. Pyr.]; die ältere Form Menrisqueta [1385] ist offenbarer Schreibfehler für Mendisqueta, wo die Anfügung des bekannten Lokalsuffixes nicht an der Zugehörigkeit zu Mendisquer irremachen kann. Alle diese erwähnten Namen bedeuten offenbar: 'links (nämlich von einem Flusse oder ähnlichem aus) gelegener Ort, Berg usw.'

Heute noch wird im Pays de Soule die links des Saisonflusses liegende Gegend das Val Senestre (mit Licq usw.) genannt, bask.-soul. *ibar̄iškęra* (das letzte *r* ist deutlich als einfaches *r* hörbar) = 'vallée gauche'; am anderen Ufer des Flusses erstreckt sich das 'Val-Dextre' (mit Alçay usw.) heute bask.-soul. *ibar̄ęškün̄a* 'vallée droite'[1].

Der Typus *skęr̄o* usw. erscheint demnach vom Katalanischen abgesehen, nur auf jener Enklave der Auvergne, von der ein geographischer Anschluß nach Süden nicht nachweisbar ist. Diese örtliche Gruppierung würde, angesichts des Einklanges mit der spanisch-katalanisch-portugiesischen Gruppe einerseits und dem Baskischen anderseits für die Erklärung von ausschlaggebender Bedeutung werden, wenn sich auf jener Enklave noch weitere Spuren, die nach dem Iberischen deuten, entdecken ließen.

Nun finden wir an dem gleichen Punkte 719 (Les Ternes b. Saint-Flour-Sud, Cantal), wo *hkairo* für 'gauche' erscheint, auf K. 955 ein ganz vereinzeltes *šimyẹ*[2], das gewiß nicht von dem bask. *zume* 'mimbre, osier' (Azk.), mit Art. lab. *sumia*, soul. *sümia* zu trennen ist; auch lab. *sumarika* 'Art Weide', ferner lab. *simak* 'Schößlinge der Eichen' gehört hierher; ebenso offenbar languedokisch *chimarro* 'grand flacon' [Flasche von Weidengeflecht umschlossen?] und *chimarroto* 'bouteille en Auvergne' Mistral I 547; ein *chimarro* 'corbeille(?) en Béarn' verzeichnet Mistral. Aus der älteren Sprache ist prov. *simaiza*, *simarra* 'Maß für Wein' Levy, Prov. Suppl. Wtb. VII, 658 in dieselbe Reihe zu stellen. H. Schuchardt, der *zume*, *zumitz* 'Korbweide' (auch Purpurweide) für 'echt baskisch'

[1] Den der Sprache innewohnenden Drang nach Angleichung der beiden Typen rechts und links, dem das Romanische durch Gleichmachung des Wortausganges dester — senester Ausdruck gab, befriedigte das Baskische, indem es sie als Emanationen des einen Stammes *ęšku* 'Hand' ausgab.

[2] Auch *simęs* K. 1475 P. 753 [Tarn] 'brize tremblante' wird wohl hierher gehören.

erklärte (Zeitschr. f. roman. Phil. 29, 565), wies darauf hin, daß in hochnav. *zumarika* (s. oben) *zume* + *zarika* 'Weide' stecke.

Weitere Spuren iberischen Einflusses finden wir nun in unmittelbarer Nähe des Atlaspunktes 719.

Zuerst mag auf eine Wortform hingewiesen werden, die etwas nördlich von 719 am nächsten Punkte 811 (Cantal) erscheint: *ẹ̀stụ̈šĭ* auf K. 1321 (tousser); ihm entspricht *ẹ̀stụ̈sẹ̆gä* P. 786 [südl. Aude]. Man könnte an 'extussire' denken, das aber meines Wissens nirgends vorkommt. Mistrals *estoufega* 'tousser comme un poitrinaire' wird als Anlehnung an *étouffer* nichts Ursprüngliches bieten; das gleiche wie jenes Atlaswort wird *estoussi*, *estussi* 'éternuer' (Mistr.) darstellen. Bei diesem Ausdrucke ebenso wie bei *ẹ̀stụ̈šĭ* wird es naheliegen, Zusammenhang mit lab. *ẹstula* soul. *əstüla* anzunehmen, das seinerseits zu (bisk. u. guip.) *estu* (zu *ertsi*) 'serré, épuisé' und 'catarrhe, rhume' gehört.

Noch deutlicher verrät seine Abkunft ein im Dep. Aveyron auftretendes Wort. Auf Karte 1853 (meurtrir), Punkt 718 (nördl. Aveyron an der Grenze des Cantal) begegnet uns: *ọ̀süḳä* und wenig südlicher im gleichen Dep. auf K. 1856 (mordre) P. 728, 737: *ŏkọ̈isä*; das läßt sich nicht trennen von bask. *ausiki* 'mordre' zu *ausi* 'quebrar, romper, casser, briser' (Azkue), lab. *auši̯ku̯a*, soul. *ušuki̯a* 'morsure', lab. *aušikitsea* 'mordre'.

Auf der Grenze von Cantal und Corrèze P. 708 [Corrèze] erscheint auf Karte 1688 (rainette) ein *sĭgälọ*. Daß hier nicht an 'cigale' oder ähnliches gedacht werden kann, liegt auf der Hand[1]; dagegen hindert nichts, den merkwürdigen Ausdruck (für den auch Mistral nichts zur Erklärung bietet), falls man im anlautenden s-, den Rest des durch Agglutination beigefügten Artikels sieht, mit bask. *igel* 'rana' (Azkue), lab. soul. *igẹla* zusammenzustellen; dieses Wort gehört zu einem *igeri* 'nageant' (Azk.) und wir werden deshalb nicht fehlgehen, auch das auf derselben Karte P. 615 notierte *ẹ̀gĭrạodo* [Dordogne, Zentrum] gleichfalls auf jenen iberischen Stamm zurückzuführen.

Ein weiteres, offenbar iberisches Wort, das von Cantal westlich durch die Dordogne sich erstreckt, ist der Ausdruck für 'rougeole', K 1172, der einen Stamm *tsol-*, *tsal-* enthält:

> *tsălặpi* P. 714 [Cantal], *tšälặpi* P. 710 [Corrèze], *tsạläšü* P. 609 [Corrèze], *tsọ̄lötsu* P. 615 [Dordogne], *tsọ̆u̯lọu̯tsü* P. 614 [Dordogne], *šạläšü* P. 626 [Dordogne], *sạ̄lätsü* P. 607 [H^te Vienne], *sọ̆lötsü* P. 605 (H^te Vienne], *sọ̆löšü* P. 624 [Dordogne], *šọrọsõ* P. 616 [Dordogne].

[1] Man könnte eher an das ital. *cigolare* 'knarren' denken, für das Meyer-Lübke REW. 1911 ein Schallwort **cigare* ansetzt.

Da das Wort im Romanischen nicht anzureihen ist, möchte ich es einem bask. bizk. *tšuldar* 'certain bouton de la peau', *tšoldor* 'pepie', bizk. *tšeldor* 'orgelet', hochnav. *zolda* 'croûte qui couvre la peau après une maladie', niedernav. *zoldra* 'rouille ou saleté qui s'attache à la peau, aux vases (VAN EYS Dict. 385 f.) vergleichen. Von dem letzteren heißt es bei VAN EYS: 'ce mot n'est probablement pas basque, du moins sous cette forme.' Wir wissen nicht, nach welcher Richtung diese Bemerkung zielt.

Handelte es sich in den bisher besprochenen Fällen um ein mehr oder weniger lokal begrenztes Auftreten iberischer Stämme, so wollen wir nun versuchen, auf weiterreichenden Gebieten, wo der Zusammenhang mit dem Süden noch nicht unterbrochen erscheint, iberischen Einfluß im Wortschatze nachzuweisen.

Bleiben wir vorerst bei jenem Gebiete im nördlichen Teile des Dep. Aveyron. Da ist auf K. 1526 (cruche) ein *pęgăl* P. 718 verzeichnet; der gleichen Form begegnen wir P. 737, 735, 728, 727 [Aveyron]; ferner *pę̆ăl* P. 716 [Aveyron], *pę̆găl* P. 713 [Lot]; *pəgăl* P. 729 [Lozère]. Das sind Formen mit Antritt des romanischen Suffixes *-alis*, die desselben Stammes sind wie: *pę̆gā* P. 693 [Bass. Pyr.], *pəgą* P. 691, 690 [Bass. Pyr.], *pəgā* P. 683, 681 [Landes], *pę̆gă* P. 682 [Landes]; auch *pĩng* P. 680, 674, 672 [Landes], *pĩngə* P. 664 [Landes], *pĩngetə* P. 645 [Gironde] gehören dazu. Am deutlichsten zeigt sich die Gestalt des Wortes auf der K. 715 (jatte) in *pęgăro* P. 780 [H^te^ Garonne], ebenso K. 1526, P. 698 [H^tes^ Pyr.] und P. 692 [Bass. Pyr]. Mit einem Ausgang *-ar* erscheint das Wort bereits bei DU CANGE s. v. *pegar*, *pegarius* in der Bedeutung '*mensura liquidorum apud occitanos*' aus der Narbonensis, und als *peguarium* '*mensura vinaria apud Tolosates*', auch altprov. *pegar* 'Krug' in bearnischen und narbonnensischen Zeugnissen LEVY, Prov. Suppl.-Wörterb. VI, 175. Auch das hier S. 176 verzeichnete '*pegaradas*' aus Narbonne, wo der Sinn des Satzes die Bedeutung 'zerbrochenes Geschirr' nahelegt, gehört hierher. Nach MEYER-LÜBKES REW 6365[2] ist das Wort im romanisch-germanischen Wortschatze nicht klar einzuordnen. Es ist gewiß das gleiche Wort wie das bask. *pegar* 'cantaro, cruche' (AZK.), lab. soul. *pęgar̄a* 'cruche'.

Innerhalb ähnlicher Grenzen wie das Wort *pegarra* hat ein offenbar iberischer Ausdruck für die 'Eiche' den örtlichen Zusammenhang mit dem Süden bewahrt.

Von der spanischen Grenze aus (P. 791) zieht sich durch Ariège, durch Aude, Hérault, Tarn, H^te^ Garonne (im äußersten nordöstlichen Zipfel), über Aveyron, Tarn-et-Garonne, Lot, Cantal (südl.), Corrèze (südl.) und Dordogne auf der Karte für chêne (K. 265) ein Wort,

das gewiß zum bask. *harits*, lab. mit Art. *haitsa*, soul. *haitša* gehört. Die Atlasformen lauten: *gąrik*, *gąrits* P. 791 [Ariège]; *gặrik*, *gărits* P. 793 [Aude]; ähnl. im gleichen Dep. P. 784, 785, 773, 776; *gărik*, *gărits* P. 763 [H^te^ Gar.]; *gąrik*, *gąris* P. 766 [Hérault]; *gặrik*, *gặrits* P. 764 [Tarn]; ähnl. ebd. 755, 753, 743, 744 [Tarn]; *gặrik* P. 746 [Aveyron]; ferner im gleichen Dep. *gąrik*, *gąritšy* P. 737; ähnl. P. 735, 724; *gǫ̆rik*, *gǫrits* P. 727; ähnl. 716, 718 [Aveyron]; *gārik*, *garits* P. 731; ähnl. P. 733 [Tarn-et-Gar.]; *gąrit*, *garits* P. 720 [Lot]; ähnl. P. 712, 713, 618 619, [Lot]; *görit*, *gorit* P. 717; *auri*, *auri* P. 714 [Cantal]; *gǫri* P. 711, *dząri* P. 617 [Corrèze]; *dzœri* P. 615, *dzǫri*, *dzœri* P. 614, *zare* P. 611 [Dordogne]; *gǫri* P. 626; ähnl. P. 616 [Dordogne]. Da man annehmen muß, daß langes *r* alt ist, so ist vielleicht in dem zugrunde liegenden iberischen Dialekt an eine frühe Mischung von *harria* 'Stein' und *haritsa* 'Eiche' zu denken. Schon van Eys, Dict. S. 26 hält 'à cause de la dureté du chêne' eine Herkunft des Wortes *aritz* von *arri* 'pierre' für möglich. — Wechsel von *g* und *h* ist auch innerhalb der heutigen baskischen Mundarten nicht ungewöhnlich, wie die Beispiele bei Uhlenbeck, Beitr. § 19β lehren; zu vergleichen wäre auch bearn. *garok* auf K. 1161 (rocher), P. 695 [H^tes^ Pyr.] (dazu vielleicht fr. *garocher* 'werfen' REW 7357, für das ich keine weiteren Belege finde), entsprechend dem bask. lab. *harǫka*. Für die Formen mit anlautendem dentalen Spirant in Corrèze und Dordogne käme in Frage, ob man Einmischung von *tšara* 'jara, ciste' (Azkue) annehmen soll, vgl. auch 'lieu planté de cistes', das Iztueta als 'semis de chêne' definiert (a. a. O. 3°).

Über weite Gebiete dehnen sich Namen des Sperlings auf K. 866 A. u. B. (moineau) aus, die irgendwie Zusammenhang mit der iberischen Bezeichnung haben müssen. Wir unterscheiden auf dem Atlas drei getrennte Gebiete, die hier in Betracht kommen, eines an der oberen Garonne, ein zweites in den Basses Pyrénées, den Landes und der Gironde und ein drittes in der H^te^ Loire. Die Formen lauten: 1. *tšąrę* P. 750, *tšąrat* P. 659 [Tarn-et-Garonne], *tšąrat* P. 752 [H^te^ Garonne]; 2. *šįrǫt* P. 691 [Bass. Pyr.]; *širǫk* P. 684, *šįrok* P. 675; ähnl. P. 682 [Landes]; ferner: *paširǫk* P. 665, *pąširòk* P. 664, *pąsirǫt* P. 674, 680, 672 [Landes]; *pąširǫk* P. 645, *pąsiro* P. 653, *pasįrə* P. 650 [Gironde]; 3. *pątsär* P. 813, *pātsär* P. 814, *pātsăr* P. 815 [H^te^ Loire].

Nun heißt der Sperling im Baskischen (außer *tšori* 'Vogel' schlechthin) *tšoarre* oder *šoarre* (Azkue). H. Schuchardt macht mich darauf aufmerksam, daß die Erklärung dieses Wortes durch Azkue als 'grajo pardo, geai gris' oder 'corneille grise' (vgl. *tšo* 2° = 'corneille' [oder *tšarra* 'geai?'] + *arre* 'gris') falsch ist, daß vielmehr *tšo (ri) arre* 'grauer Vogel' vorliegt. Zugehörige Formen erscheinen auch abgesehen vom Atlasmaterial im Südfranzösischen. In Toulouse heißt (nach Rolland

Faune populaire II, 156, 157) der passer domesticus *acharat* neben *aparat,* auch der passer montanus in der Guyenne = *tchouet* (Rolland II, 164) mag hierher gehören. *Aparat* ist wohl einer Einmischung von parus[1] (vgl. Meyer-Lübke REW 6261) zu verdanken; das gleiche Etymon wird sowohl bei *patsar* usw. als bei *pas̆irǫk* usw. für die erste Silbe in Frage kommen. Daß neben einem *tšor-* bzw. *tšarr-* mit Wechsel des Stammvokals auch *tšir-* ursprünglich einen 'Vogel' oder ein 'flatterndes fliegendes Wesen' bedeute, darauf scheint mir guip. *tširita* 'bergeronette, lavandière' zu weisen. Dasselbe hat im Guip. auch die Bedeutung 'Schmetterling'; von diesem Stamme gehen dann auch die andern Namen des Falters (*tširibia, tširibiri, tširuliru*) aus, die, wie so oft, durch Doppelung und Klangspiel unstäte flatternde Bewegungen versinnbildlichen und in eine Reihe mit ähnlichen Bildungen bei Vogel- und Insektennamen zu stellen sind, bei denen nun auch noch das Moment der Schallnachahmung die Wahl des Klanges beeinflußt (*tširribirri* 'martinet', *tširrin* 'grillon' usw.).

Im Bereiche der besprochenen Worttypen liegt auch das Gebiet, in dem die 'Klatschrose', der 'rote Mohn' Karte 321 (coquelicot), in Formen erscheint, die Zusammenhang mit bask. *andẹr* (soul. *andẹiya*) 'Fräulein' nahelegen. Das Zentrum der Verbreitung liegt im Dep. Lot: *ą̃ndẹr* P. 618, *ą̃ndẹr* P. 712, *ǫ̃ndẹr* P. 713, *ą̃ndẹr* P. 720, *ą̃ndẹr* P. 619 [Lot], *ą̃ndẹr* P. 628 [Dordogne], *ą̃ndẹr* P. 637 [Lot-et-Gar.], *ą̃ndẹr* P. 617 [Corrèze], *ją̃ndẹr* P. 711 [Corrèze] und weiter abliegend *ą̃dārlə* P. 805 [Puy de Dôme]. Die figürliche Bezeichnung dieser Pflanze als 'Fräulein' erklärt sich durch das auch bei uns verbreitete Spiel der Kinder, die die roten Blütenblätter herunterklappen und daraus ein Püppchen mit rotem Rock (bask. guip. *andare*, bizk. *andera* 'poupée', Azk.) formen. Ausführlich behandelt werden diese Bezeichnungen in der lehrreichen Züricher Dissertation Otmar Schroefls: 'Die Ausdrücke für den Mohn im Galloromanischen', Graz 1915. Aus seinen Ausführungen ersehen wir, daß neben dem 'Klatschmohn' auch noch eine andere Pflanze, der 'Venusnabel' (cotyledon umbilicus L.) = *enderre*, *anderre* (rouerg.) Mistr., auf den gleichen Namen Anspruch macht, auch der Name des Feuerbocks *landier*, afr. *andier* in gleichen Gebieten Südfrankreichs gleichlautet. Auf einen vorromanischen Ausdruck hatte schon Meyer-Lübke REW 449 gedeutet. Wir lassen den Zusammenhang mit *landier* unerörtert und weisen nur darauf hin, daß der Anschluß an bask.

[1] H. Schuchardt weist mich darauf hin, daß bei parus in der Bedeutung 'Meise' auf weitem Gebiet im Romanischen -rr- eintritt: bearn. *parrat*, *parre* und *parret* (fauvette), land. *parrinde*, ital. *parra*, neap. *parrella*, auch bask. *parratšori* stammt aus dem gask. *parrat*; er vermutet, daß man bask. *murrutšori* 'Sperling' bildete, weil man in '*parratšori*' das *parra* dem span. *pared* gleichsetzte.

ander[1] 'Fräulein' durch mannigfache Analogien (vgl. Schroefl S. 73 f., *poupée, madona, donetta*[2] usw.) nahegelegt wird, wie auch andrerseits im Baskischen von heute solche Bezeichnungen nicht ungewöhnlich sind: guip. *andarrai* 'églantier, rosier sauvage', soul. *andere- mahats beltša* [wörtl. das 'schwarze Traubenfräulein'] *andra-bedar*, bizk. *andra garratz* 'oseille sauvage', bizk. *andreiña* 'certaine herbe odorante', sämtlich bei Azkue.

Wieder mehr nach dem Osten zu reicht ein größeres Gebiet, auf dem ein Wort für 'petit lait, lait de beurre' erscheint, das nahe Beziehungen zu einem baskischen Stamme hat; '*gaspo*[3]' und zu ihm gehörige Formen finden wir auf K. 1605 (petit lait): *gą̄spǫ* P. 807, *gä̧spǫ* P. 705; *gā̧pǫ* P. 805, 806, 804; *gę̄pǫ* P. 809, *gā̧pa* P. 703 [Puy-de-Dôme]; *gāpo* P. 706, *gā̧pǫ* P. 708, *gaẹbürə* (das offenbar dissimilatorisch aus **gapẹbŭrə* entstanden ist) P. 707 [Corrèze], *gāspa* P. 709, *gą̄spa* P. 811, *gą̄hpo* P. 719 [Cantal], *gą̄hpo* P. 713 [Lot]; *gą̄spǫ* P. 733 [Tarn-et-Garonne]; *gä̧spo* usw. im gesamten Aveyron P. 716, 718, 727, 724, 735, 728, 737, 746, 748, *gą̆spa* usw. im gesamten Hérault (mit Ausnahme von P. 768); in Gard *gą̄spo* P. 861, 852, 841, 840, 842; in Lozère P. 830, 729, 822, 821; in H^te^ Loire: *gāspa* P. 812, *gāspo* P. 813 und wohl auch *gāvu* P. 814; endlich vereinzelt in Ardèche: *gą̄spǫ* P. 833. Das Wort ist gleichen Stammes wie bask. *gazta, gazna* 'fromage' (Azk.), das seinerseits zu *gazi* 'salé' und *gatz* 'sel' gehört. Von *są̆lĭgǫt* K. 1605, P. 786 [Aude] war bereits oben die Rede. Zu *gazna* vermutet H. Schuchardt (nach schriftl. Mitteilung), daß *caseus* im Spiele sein könnte.

Noch ein anderes iberisches Wort aus der Milchwirtschaft — in der die Basken stets besonders bewandert waren — finden wir in dem bearn. *gụrop* K. 1605, P. 698 [H^tes^ Pyr.] 'lait caillé bouilli'; es

[1] Mehrfach ist die Vermutung geäußert worden, daß im bask. *ander* eine Entlehnung aus kelt. **anderā* (irisch *ainder*) vorliege, ob zuerst von C. C. Uhlenbeck, Beitr. zu einer vgl. Lautl. d. bask. Dialekte 1903 (vgl. BB. 30, 325 f.), vermag ich nicht zu sagen. Wenn ein keltisches Etymon den obenerwähnten südfranzösischen Formen zugrunde läge, dann wäre immerhin merkwürdig, daß seine lokale Verbreitung so engumgrenzt wäre.

[2] Ähnliches auch bei anderen Pflanzennamen, vgl. *dunzẹla* K. 1441 (armoise), P. 796.

[3] Daß *gaspiller* zu *gaspo* gehört — worauf auch der Dict. Gén. anspielt —, erscheint durchaus einleuchtend. G. Paris äußerte Romania 28, 144, daß diese Zusammenstellung '*aurait besoin d'être développé et discuté*'. Es würde *gaspiller* ursprünglich das Herausschleudern der käsigen Milch bei kleinen Kindern bedeuten (vgl. das von Meyer-Lübke REW 1738 erwähnte lucch. *kačottoro* 'die von kleinen Kindern ausgespiene gekäste Milch'). Daß *gaspiller* gerade die Bedeutung 'verschleudern' angenommen hat ist vielleicht auch nicht fern von iberischer Einwirkung, wenigstens haben wir noch heute im Baskischen den merkwürdigen Ausdruck: lab. *gažna besąla šahutsen du gison horrẹk* wörtl. 'comme du fromage dépense cet homme'.

gehört zu bask. *guri* 'graisse molle, beurre frais', *gurin* 'beurre', *gurhi* 'graisse', soul. *guri*, *gui* 'matière molle' (Azk.).

Über weite Strecken von Westen nach Osten dehnt sich ein Typus, der schwerlich ganz von baskischen Stämmen zu scheiden ist.

Die K. 267 (chenille) zeigt uns folgende merkwürdige Bildungen: An der Grenze des baskischen Sprachgebietes: P. 690 [Bass. Pyr.]: *ürük*, das in ähnlicher Form im Katalanischen von Roussillon wiedererscheint: *ŭrūgẹ* P. 794, *ŭrūgá* P. 795, 798 [Pyr. Orient.], und ferner weitab noch in Lozère: *ürügọ* P. 830 und *ọrügọ* P. 822. Das ist nach allem, was wir bisher behandelt haben, bereits eine sehr verdächtige Gruppierung. Nun schiebt sich zwischen Westen und Osten von der spanischen Grenze beginnend ein *ărụ̄kö* P. 693 [Bass. Pyr.], ferner ein *ărüko* P. 687 [Htes Pyr.] und P. 678 [Gers] ein; von da aus reicht eine Gruppe *rüko* über Htes Pyr. P. 689, 688, Gers P. 679, 669, Hte Garonne P. 771, 762, 760, 752, Ariège 782, 772, 783, Tarn-et-Garonne P. 659, 750, 741, 731, 733, Tarn P. 743; bis dann jenseits des Aveyron am äußersten Westpunkte dieses Dep. (P. 748) ein *erügo* auftritt, dann im Gard ein *berügo* P. 840 und endlich im Gebiete nahe der Rhône ein *arüga* (P. 852) und *arügo* (P. 841) erscheint. Diese letzteren beiden Typen schließen sich wieder an katalanische Formen an wie *arugə* P. 797 [Pyr. Orient.], *arügá* P. 796 [Pyr. Orient.], so daß wir also im Katalanischen teils Formen mit *ar-*, teils mit *ur-* finden. Für den Ursprung des Wortes wird *eruca* 'Raupe' (REW 2907) in Betracht kommen; aber werden durch dieses Etymon die Vokale der ersten Silbe in den verschiedenen Mundarten hinreichend erklärt? Man könnte einwenden, daß ein vokalischer Wechsel zwischen *a-ŏ-u* auch sonst im Anlaute vor *r* nachweisbar ist und dafür auf **erīcius* 'Igel' (REW 2897) hinweisen, wo in ähnlicher Weise (vgl. K. 687: hérisson) *ạrĭsũ* P. 690 neben katal. *ŭrịsun* P. 797 erscheint. Die beiden Fälle sind aber doch nicht ohne weiteres gleichartig, weil im einen Falle *u*, im andern *i* der Tonvokal der zweiten Silbe ist. Trotz alledem möchten wir — wenn auch nicht ohne Bedenken — die Möglichkeit iberischen Einflusses bei den Gestaltungen von *eruca* nicht ganz von der Hand weisen; denn wir können doch wohl die südfranzösisch-katalanischen Formen mit *ar-* nicht loslösen von bask. *ar*, *har* (Azk. unter 2°) 'ver spécialement des fruits', soul. *hara* 'chenille'. Über die Etymologie des baskischen Wortes sagt uns van Eys in seinem Dict. nichts, aber wir dürfen annehmen, daß *ar* ebenso wie hochnav. *arma-arma* 'Spinne' (Azk.) zu dem Stamm in *ari* 'fil à coudre' gehört, daß also in *ar* eine Wurzel 'spinnen' stecke. Wir sprechen ja auch von einem 'Spinner' und meinen damit eigentlich die Raupe. Dieser Stamm *ar-* 'spinnen', an dem wir angesichts *ari* 'fil' und *arma-arma* 'Spinne' nicht zu zwei-

feln haben, hat nun Parallelstämme mit *i* und *u* lab. *irmaarmo* 'Spinne', *irun* 'filer', ronk. *urun*, soul. niedernav. *ürün* 'filer'. Der Wechsel von a — i und der von i — u in der Stammsilbe ist auch sonst im Baskischen belegt (Uhlenbeck, Beitr. § 1, β und § 3, δ). So läge also auch im Baskischen ein Vokalwechsel vor, wie er sich in den romanisierten iberischen Wörtern für 'Raupe' in Südfrankreich noch widerspiegelt.

Es mögen nun noch einige wenige Einzelfälle erwähnt werden. *ẹšą̃nko* P. 771 [Hte Gar.] auf K. 1459 (béquille) wird sein ẹ- im Anlaut dem Pluralartikel zu verdanken haben und zu bask. lab. *šaŋka*, soul. *tšaŋka* 'béquille' (Azkue: *šankha* 'béquille') gehören, das zur Klasse von *zango* 'jambe' zu stellen ist; wir wollen dabei auf das schwierige Problem, das das alte orientalische *zanca* 'Schuh' (REW 9598) bietet, nicht eingehen. Klein ist der Kreis, in dem ein auf den ersten Blick durchaus iberisch anmutendes Wort für 'Kartoffel' uns begegnet. K. 1057 (pomme de terre) verzeichnet auf P. 686 [Bass. Pyr.]: *mãndọros* ebenso P. 687, 696, *mãndọ̆ros* P. 688, 689, *mọ̃ndọrẹs* P. 698 [Htes Pyr.] *mãndọros* P. 699 [Hte Gar.]. Alle diese Formen würden, was den ersten Teil des Wortes betrifft, wohl zu bask. lab. *mandaburu* wörtl. 'tête de mulet'[1] heute 'variété de pomme' (Azk.) stimmen; vgl. auch *mandaka* 'variété de pomme très amère' (Azk.) entsprechend dem bask. *mandako* 'muleton, petit mulet'; vielleicht gehört zu dem gleichen Stamme auch katal. *mandongo, mandonguilla* 'Knödel, Bällchen'. Auch Rolland führt Flore popul. VIII, 107 ein *mandorro* 'pomme de terre' aus Htes Pyr., Hte Garonne und Lot-et-Garonne auf (zu *mando* vgl. REW 5309). Zum Schlusse möge noch auf einige iberische Wörter hingewiesen werden, die allein in der katalanischen Südostecke Frankreichs auftreten. K 1440 (argile) bringt, nur einmal belegt, P. 795 [Pyr. Orient.] *pustitų̄nà*. 'Tonerde' heißt heute im lab. *bustinlurra*, soul. *büstünlürra*. Nur der erste Bestandteil, entsprechend einem bask. *busti* 'humide' (Azk.), paßt zu jenem katalanischen Worte; im zweiten Teile sehe ich — falls nicht ein romanisches Suffix vorliegt [H. Schuchardt äußert mir die Vermutung, daß sich in dem *ł* die Endung von '*argile*' weiterverpflanzt habe], ein bask. *ilhun, iłun* 'dunkel'; *buztin-iłun* 'dunkler Ton' wäre gebildet wie *buztin-gorri* 'almagre, rouge ocre' (Azk.).

Katal. *askarọsás* (neben *kärọsá*) P. 795 [Pyr. Orient.] und *askarọ̄sọ* P. 797 [Pyr. Orient.] auf K. 1459 (béquille) sind offenbar beeinflußt von

[1] Vielleicht ist ein bask. *mando* 'mulet' versteckt in dem Namen des Maikäfers K. 683, P. 842 [Gard] *mãndjyopẹro*, da doch 'Birnenesser'? ('*poire*' heißt P. 842 *pẹro*) kaum einen Sinn gibt; die umgebenden Punkte haben für hanneton: *l'anetũn* usw., 'le petit âne'; P. 743 [Tarn] hat direkt *ąze* 'âne'. Auch sonst sind ja solche Übertragungen von Tiernamen auf Käfer nicht selten: *vache de chêne* (Rennes) Rolland. Faune pop. III, 331 = 'Maikäfer', sp. *vaquita de San Antón* 'coccinelle'.

bask. *askar* 'rouvre, érable, sorte de chêne' (Azk.), lab. *askar da* 'il est robuste', dazu der ON *Ascarat* und der PN *Ascarateil.*

Endlich sei eins der überzeugendsten Beispiele iberischen Einflusses aufgeführt: der Name der Eidechse im katalanischen Gebiete: K. 766 (lézard), P. 798 *sĕrgăntană*[1], P. 797 *singlantanə* (das sich an Formen wie *ĕnglutino* K. 766, P. 766 angeglichen haben mag). Während der zweite Teil des Wortes *sĕrgăntana* kein echt baskisches Suffix enthält, das freilich in *kaskarrataiña* 'salamandre' (Azk.) in ähnlichem Tiernamen wiederkehrt, ist der erste deutlich *sorgin*, lab. *šorgin* 'Hexe'; als 'hexenartig' wird im Baskischen gern allerlei bewegliches Getier charakterisiert. So finden wir bei Azkue den Schmetterling als: *sorginbitši*, *sorgindara*, *sorginoilo* (wörtl. 'Hexenhuhn'), *sorginmandatari* ('Hexenbote') bezeichnet; die Libelle heißt: *sorginorratz* 'Hexennadel'; der Zaunkönig: *sorgintšori* 'Hexenvogel'; so heißt die Eidechse im lab. *šorgandila* (der Ausdruck fehlt bei Azkue); andere Namen der Eidechse erinnern wenigstens von fern an jenen katalanischen Namen: lab. *šukhandila* (*sugandela* usw. 'petit lézard des murailles' Azk.); bei ihnen haben sich *su-* *sukh-* 'Feuer' und *suge* 'Schlange' eingemischt (über weitere Ausdrücke vgl. Schuchardt, Baskisch und Romanisch S. 16).

II.

Betrachten wir nun zusammenfassend die geographische Verteilung der behandelten Worttypen, so wie sie die beigefügte Karte illustriert[2]. Spuren iberischen Wortmaterials reichen im Osten bis hinüber in die Cevennen, ja bis hinab an die Ufer der Rhône. Während das nördliche Gard noch reicher belegt ist, schwindet fast jede Spur in Ardèche. Stärker wieder erscheint iberischer Einfluß in H^te Loire. Nördlich reichen die Ausläufer über Puy-de-Dôme und Corrèze bis nach der Dordogne, ja bis ins Herz von H^te Vienne.

Wir unterscheiden deutlich Kernlandschaften, in denen sich altes Gut sicherer bewahrt hat, dahin möchten wir einerseits Aveyron, Cantal, Lot rechnen, anderseits das bearnische Bergland und das katalanische Gebiet. In dem letzteren scheint es fast, als läge ein doppelter, zeitlich verschiedener Schub iberischen Importes vor.

[1] Meyer-Lübke zitiert katal. *sargantana, sagrantana* unter *lacerta* 4° (REW 4821) und verweist im Zusatze auf die Möglichkeit vorromanischer Einwirkung.

[2] Es liegt auf der Hand, daß die wenigen iberischen Typen nur ein annäherndes Bild iberischen Einflusses geben können. Sehr vieles Unsichere mußte ausgeschieden werden; anderes, auch die Erörterung wichtiger Lauterscheinungen, wie anl. *r* > *arr-*, kann nur in besonderer eingehender Untersuchung behandelt werden. Weitere Forschungen werden das Kartenbild vielleicht noch reicher ausgestalten, die Grundzüge des Bildes aber kaum anders festlegen.

Wie klar aber tritt die große Linie der Garonne und ihre Straßen heraus! Lot-et-Garonne, das nördliche Tarn-et-Garonne und vor allem auffällig Gers bleiben fast ganz frei. Toulouse ist ganz spärlich besetzt, und die Garonne aufwärts, am Nordrande von Ariège, erhält sich diese Spärlichkeit bis an die Tore des Pyrenäenpasses (P. 790 ganz frei, P. 699 nur gering belegt). Es ist natürlich kein Zweifel, auch in dem weiten Tale der Garonne haben Iberer gewohnt; aber ihre Spur ist verwischt durch die große Verkehrsstraße. Wir unterscheiden deutlich zwei große Strömungen (sie sind auf der Karte durch grüne bzw. rote Zeichen kenntlich gemacht), eine, die von einer westlicheren Grenzbasis aus einerseits nach Norden durch die Landes nach der Gironde reicht und anderseits in schmalem Streifen nordöstlich verläuft bis in zwei Ausläufer (H[te] Loire und Lozère-Gard), und die zweite, die von einer östlicheren Grenzbasis aus nach Norden aufragt, mit jener ersteren sich vielfach mischend, dann aber nach Nordwesten (Corrèze, Dordogne) weiter ausgreifend.

Auffällig ist der gänzliche Ausfall von Merkmalen bei zwei Endpunkten einer bekannten Straße (P. 792, P. 787), die von Narbonne nach den Pyrenäen verläuft; überhaupt fällt in die Augen die geringe Belastung der gesamten Narbonensis (Aude, Hérault). Da Siedelungsfragen hier in Betracht kommen, sei unser Augenmerk noch einigen Ortsnamen zugewandt.

III.

Fast hundert Jahre sind vergangen, seit Wilhelm von Humboldt durch seine denkwürdige Abhandlung das Studium der iberischen Namenforschung zuerst erschlossen hat. Seitdem haben verdiente Forscher im einzelnen Nachlese gehalten; Achille Luchaire hat in seinen scharfsinnigen Etudes sur les Idiomes pyrénéens de la région française (Kapitel IV, S. 135—192) die Ortsnamenkunde des Baskenlandes im ganzen gefördert, Hugo Schuchardt in Einzeluntersuchungen der Methode die Grundlage gegeben. Den heutigen Stand der Forschung vermittelt uns am besten H. Gröhlers[1] Handbuch Über Ursprung und Bedeutung der französischen Ortsnamen, Heidelberg 1913, S. 60—66. Heute wäre auf Grund des gesamten Namenmaterials diesseits und jenseits der Pyrenäen und im Anschluß an die Fortschritte der baskischen Wissenschaft eine Gesamtuntersuchung über alle iberischen Ortsnamen ein dringend er-

[1] Dankbar bekenne ich mich zu der Förderung, die mir Edward Schröders methodisch lehrreiche Besprechung dieses Buches (Gött. Gel. Anz. 1916, Heft 5) gebracht hat.

wünschtes Ziel, das freilich erst dann erreicht werden kann, wenn die in Betracht kommenden Bände des Dictionnaire Topographique de la France, die noch der Bearbeitung harren, erschienen sind.

Die Schwierigkeiten, einwandfrei die Herkunft der Ortsnamen zu deuten, sind nicht gering (vgl. dazu Meyer-Lübkes aufschlußreiche Ausführungen in den Paläontologischen Aufgaben seiner Einführung in das Studium der romanischen Sprachwissenschaft (2. Aufl., § 245f. u. bes. § 260f.) Zwar wandern die Ortsnamen nicht wie die Wörter, unterliegen aber bei Neubesiedelungen Umdeutungen und Entstellungen; zudem ist man bei Deutungsversuchen der iberischen Namen, abgesehen von den selbst noch sehr der Deutung bedürftigen Inschriften, auf den einzigen heute noch lebenden Sprachzweig des Iberischen, das Baskische, angewiesen, dessen ganze Entwickelung allerdings im Laufe der wenigen Jahrhunderte, die wir zu überblicken vermögen, erstaunlich konservativ erscheint, das aber als 'iberische Mundart' die Namensgeschichte doch nur einseitig beleuchten kann.

Was nun die Ausdehnung iberischer Sprache in Südfrankreich und darauf sich gründende Ortsnamen betrifft, so äußert sich Luchaire noch ganz zurückhaltend. Ausgehend von den iberischen Namen *Iliberri* (1)[1] [heute Elne im Dep. Pyr. Orient] = bask. *Iri-berri* 'Neustadt' und *Caucoliberis* (1a) [heute *Collioure* ebenfalls Pyr. Orient.], zu dessen erstem Teile Gröhler (a. a. O. S. 61) einen spanischen Namen vergleicht, bemerkt Luchaire: '*ça et là, sur la côte du Bas-Languedoc apparaissent aussi quelques noms de lieux qui semblent impliquer la même origine, par exemple celui de Béziers.*' Dieser Hinweis rückt also schon das Dep. Hérault in eine Sphäre iberischen Einflusses.

Um nun für die Beurteilung der Ortsnamen iberischer Herkunft einen festen Ausgangspunkt zu gewinnen, gehen wir von einem bestimmten Namen aus, der häufiger vorkommt und dessen Erklärung gesichert ist: *Bigorre* (s. bei Gröhler, a. a. O. S. 62). *Begorra*[2], *Bigorra* (2) ist der alte Name für den Ort *Cieutat* (Arr. Bagnères de Bigorre) (2a), der ostwärts über dem Adourtale liegt, südöstlich von Tarbes (H^{tes} Pyr.). *Bigorre* wird heute die ganze obere Adourtallandschaft genannt, von der Quelle des Adour bis zur Nordgrenze des Dep. H^{tes} Pyr.; sie liegt heute nicht mehr im baskischen Sprachgebiete.

Die Etymologie von *Bigorra* hat Prinz Louis Lucien Bonaparte gegeben und Schuchardt hat sie gegen Philipon gestützt (Iberische

---

[1] Die Zahlen deuten auf die entsprechenden Nummern, die für die Ortsnamen auf der beigefügten Karte II eingesetzt worden sind.

[2] Daß *Begorra* die Hauptstadt der *Begerri*, *Bigerri*, *Bigerriones* war, wird uns nicht schwankend machen in der Beurteilung des Namens. Auch Schuchardt sieht (Iber. Dekl. S. 5) in ihm eine Vermischung von *Bigerra* mit *Baigorri*.

Dekl. S. 3f.). Der Name bedeutet 'roter Fluß', bask. *ibai-gorri*. Im Baskenlande selbst erscheint der Name heute als Bezeichnung eines Nebentales der Nive: *Baïgorry* (3)[1], das auf dem Mont Ahaddi endet; in ihm liegt *St. Etienne de Baïgorry* (Bass. Pyr.); auch die Bergspitze eines hufeisenförmigen Höhenzuges zwischen Bidarray und Hélette — auf den Generalstabskarten als *Mt. Baygoura* (4), von meinen Gewährsleuten als *Baigurra* bezeichnet — führt den Namen des Tales und der Landschaft.

Außer bei den genannten Ortsbezeichnungen finden wir den Namen *Bigorre* — soweit uns die bisher erschienenen Bände des Dict. Topogr. d. Dép. d. l. France und das Dictionnaire des Postes et des Télégraphes (DPT) hierüber aufzuklären vermögen — noch an folgenden Punkten Frankreichs:

Dep. Gironde: *Bigorre* (5) Gem. wenig südlich von Mauriac bei Blasimon (in der Richtung nach Sauveterre, östlich von Bordeaux) DPT; heute, soviel sich ersehen läßt, nicht an einem Gewässer gelegen.

Dep. Ariège: *Bigorre* (6) Gem. Laroque d'Olmes im östlichsten Teile des Dep. DPT.

Dep. Aude: *Bigorre* (7) Gem. Mas-Saintes-Puelles, Bez. Castelnaudary. Dict. Top.

Bigorre (8) Gem. Mireval-Lauraguais, 8 km genau südlich von Castelnaudary, an einem Bach gelegen. Dict. Top.

H[te] Loire: *Bigorre* (9) Gem. St. Front, westnordwestlich davon; Bez. Fay-le-Froid, Kreis Le Puy (an der Grenze von Ardèche). *Bigorra* 1256. Dict. Top. In unmittelbarer Nähe (1.5 km) sind auf der Carte géologique de la France détaillée eisenhaltige Schichten eingetragen.

Bois de Bigorre (9a) nördlich von Pinols an einem Flüßchen.

Dordogne: *Bigorre* (10) Weiler, Gem. Lanqais, Bez. Lalinde, Kreis Bergerac. An der Dordogne.

Bigorre (11) Weiler, Gem. Montignac-sur-Vézère, Kreis Sarlat.

[1] Anwohner der Nive und der Nivelle berichten mir, daß bei Regenzeiten diese Flüsse ein Wasser führen, das *odọla bẹsain gorri edo gorrịago* 'rouge comme le sang ou plus rouge' gefärbt sei: das habe sich besonders bei den Überschwemmungen von 1910 gezeigt, wo die ganze Gegend wie von Blut übergossen erschien. Nicht überall wird das Naturphänomen so stark den Vergleich herausfordern. Übrigens bedeutet bask. *gorri* im allgemeinen (und so auch in *ibaigorri*) ein Rot von mehr bräunlicher, gelblicher, grauer Nuance; darauf weisen allerhand zugehörige Worte: span. *gorrión* 'Sperling', das zu *gorri* gehört, nach der graubraunen Farbe des Vogels; für 'braun' spricht hochnav. *gorri* 'rouille des plantes', bizk. *gorringo* 'le milieu de la châtaigne cuite', bizk. *katalin gorri* eig. 'braune Katrine' = 'Schnaps' (Azk.); auf 'gelbrötlich' deutet: allg. bask. *gorringo* 'Eigelb' und 'champignon jaunâtre, orange' (Azk.). Daß das Baskische überhaupt eine von der unseren total verschiedene Farbenskala besitzt, sei ausführlicher Begründung vorbehalten.

Betrachten wir nun nur die drei zuletzt genannten Departements als die von der baskischen Basis am weitesten entfernten Bezirke und sehen wir, ob auch außer dem Namen *Bigorre* sich noch andere Ortsbezeichnungen finden, die auf iberische Herkunft deuten.

1. Aude.

Es gibt im Dep. Aude eine große Anzahl von Namen, die uns ohne weiteres als iberisch ins Ohr klingen. Um aber Mißdeutungen zu entgehen, wollen wir nur einige wenige hervorheben, bei denen ein Vergleich mit baskischen Ortsbezeichnungen oder eine Erklärung durch baskische Worte besonders naheliegt[1].

Estarac (12) Gem. Alaigne und

Estarac (13), 1007 *Astarac*, Gem. Bages, Bez. Narbonne.

Diese Namen, die, wie die alte Form des letztgenannten zeigt, kaum von jenen zahlreichen iberischen Namen, die mit *Ast-*, *Asta-* beginnen, zu trennen sind (*Astorga*, Prov. Léon, die alte spanische Bischofsstadt u. a.), werden von Humboldt (Werke IV, S. 81) in einem besonderen Kapitel behandelt. Seiner Ableitung von einem *acha*, *aitza* 'Felsen' können wir heute nicht mehr folgen; wir sehen vielmehr in dem bask. *asta*, *asto-* 'wild' (Azk.) das entsprechende Etymon, so daß *Astigi* 'Wildort, Wüstenei', *Astura* 'Wildwasser' zu deuten wäre. Wir werden weiter unten ähnliche Namen auch anderwärts in Südfrankreich finden.

Die Ferme *Bigarrats* (14), auf den Generalstabskarten als *Château de Bigarats* bezeichnet, die in der Gem. Ricaud nordwestlich von Castelnaudary liegt, wird trotz einer gewiß fehlerhaften älteren Schreibung *Bigarrals* (1781) unbedenklich mit dem Namen eines weit südlicher auftretenden Ortes, dem dicht an der Grenze des Dep. Pyr. Orient. gelegenen *Bugarach* (15) (dabei der *Pic de Bugarach* [15a], Gem. Couiza) zusammengestellt werden können. Dieser Ort wird schon 889 mit volksetymologischer Umdeutung der ersten Silbe als *Villa Burgaragio* urkundlich erwähnt; für ursprünglicher und daher für die Erklärung maßgebender[2] halten wir die später (1194—1500) überlieferten Formen: *Ste Marie de Bigarach, Bigarach et Malet*. Der Name erklärt sich ungezwungen durch ein bask. *bi-garratš* 'deux houx'. Die Sitte, den Ortsnamen nach zwei oder mehreren landschaftlich hervorstechenden Merkmalen (Bäumen, Felsen usw.) zu wählen, ist auch im Baskenlande verbreitet

[1] Soweit nicht anders hervorgehoben, folgen wir in den Ortsnamen den Angaben des jedesmaligen Dict. topogr. des Dép. d. l. France.

[2] Daß nicht das Alter einer urkundlichen Form allein dafür ausschlaggebend ist, ob sie zur Beurteilung der Herkunft von Ortsnamen brauchbar sei, hat Schuchardt an dem Namen des *vallis Bigur* Iber. Dekl. S. 3 gezeigt.

(*bi-harrits* = 'zwei Felsen' = Biarritz[1]). Ein kleines Problem für sich bieten uns die Namen mit *Esper-*. In Aude, in der Nähe von Bagnolas, finden wir eine 'ancienne ferme' *Espèregan* oder *Espèregazan*, die 1534 als *Esperegazaing* erwähnt wird; der erste Bestandteil kehrt wieder in *Espérandieu* (15 b) (halbwegs zwischen Belvèze und Bellegarde, nordwestlich von Limoux), aus den Bass. Pyr. wäre dazu *Esperbasque*, Gem. Salies zu vergleichen, das 1385 als *l'ossau d'Esperbasco* urkundlich erwähnt wird. *Esper-* entspricht einem bask. *espar* 'échalos' (Azk.) *esparru* (Azk.) 'parc, bergerie' lab. *ešper* 'bergerie'. Über *espar* hat schon Luchaire, Les origines linguist. de l'Aquitaine S. 45 und später Ant. Thomas in den Essais de philol. franç. S. 122 gehandelt. Beide weisen auf das gaskognische *esparre* (zu dt. *Sparren*) 'échalas' als Grundwort hin (vgl. auch *ẹsparū* 'barre de chaise' ALF K. 1761, P. 664 [Landes]). Trotz des Lehnwortcharakters, den das baskische Wort hat, wird es mit echt baskischen Elementen Verbindungen eingegangen sein, und so möchte ich in *Espérandieu* eine volksetymologische Umdeutung sehen, die durch lab. *ešper-handia*[2] 'grande bergerie' zu erklären ist. *Esperegazaing* ist mir nicht klar.

Unverkennbar scheint mir iberische Herkunft aus dem Namen eines ausgedehnten Bergwaldes *Gramentes* (16) zu sprechen, das nördlich von les Martys, Bez. Mas-Cabardès, in einem waldreichen, gebirgigen Distrikte liegt, der über 1000 m ansteigt. Wir finden als ältere Schreibungen: *in nemore sive nemoribus de Garmentesio* 1270, *Forest de Garamentés* 1662, *la forêt et montaigne de Garementés* 1759. Es liegt entweder ein bask. *garąmendi* 'hoher Berg' (Azkue s. v. *gara* 5°) oder *garmendi* 'volcan' (Azk. s. auch *garramendi* 'feu montagne, montagne volcanique') zugrunde. Der gleiche Name liegt vor in der Ferme *Garamons* (17), nordöstlich von Belpech, auf halbem Wege zwischen Belpech und Molandier. Das Hügelland, in dem dieser kleine Ort liegt, erhebt sich in seinen höchsten Punkten freilich nur 370 m und ragt nur 100 m über der Ebene hervor.

Leicht zu deuten ist der Name der Ferme *le Sergentou* (18), Bez. Castelnaudary, die 1807 als *le Sargentou* erwähnt wird und jenem oben genannten *Sarguindéguy* (19) 'Hexenort', Gem. les Aldudes, Bass. Pyr. (ebendort auch ein *Sarguineguicobiscarra*) zu vergleichen ist[3].

---

[1] So und nicht wie Uhlenbeck Beitr. § 11 b will als *bi* + *aritz* 'zwei Eichen', erklärt mein labourdischer Gewährsmann den Namen der Stadt (15 b), indem er hinzufügt, daß eine Sage existiere, wonach die Stadt bei 'zwei Felsen' gegründet sei (vgl. *arritsu* 'endroit pierreux' Azk.).

[2] Der Artikel ist bei solchen Ortsbezeichnungen durchaus üblich: *Ailušhandia* b. Arcangues u. ä.; dieu lautet nach dem Atlas in jener Gegend *dïüs*.

[3] Andere Namen des Dep. Aude, Bez. Castelnaudary klingen sehr stark an pyrenäische Namen an, so der des *Château de Belissendy* (20), der ebenso wie *Belissens*

Wohl den reinsten Rest iberischer Bezeichnungen stellt der an der Bucht von Narbonne im Südosten der Stadt einst lebendige Name *L'Issaragual* (21) dar, der als '*ancien rec mayral au terroir de Craboules*', 1352: *cava mayralis, alias vocata l'Issaragual* erwähnt wird, worin ohne allen Zweifel 'Eschenort' zu sehen ist: *leizar* 'frêne' (Azk.), soul. *lešarra* (vgl. den nach einem Ortsnamen gebildeten bekannten Personennamen Leiçarragua) s. Luchaire, a. a. O. 178.

2. Haute-Loire.

Im Dep. H^te^ Loire erscheinen nach dem Dict. Top. du Dép. d. l. H^te^ Loire neben dem genannten *Bigorre* folgende Ortsnamen, bei denen wir iberische Herkunft annehmen dürfen:

Les Astorgs (22) Wüstung, Gem. Chomelix, 1404 *Mansus doux Astorgues.*

Astur (23) Wüstung, Gem. Saint-Georges d'Aurac, Bez. Paulhaguet, vgl. dazu das oben Gesagte.

Zu *ibarra* 'Tal' gehören:

Les Yverras (24) Weiler, Bez. Saint-Maurice-de-Lignon, nördlich von Yssingeaux. Der Ort wird 1560 als *lous Eyverratz*, 1695 *les Eyverras*, 18. Jahrhundert *les Eyveras*, 1860 *Yvarra*[1] erwähnt; der Name ist des gleichen Ursprungs wie der der Ferme *Les Eyrauds* (25), Gem. du Chambon, südöstlich von Yssingeaux, 1888 als *Les Eyvaras* erwähnt, dessen Entwicklung zu erklären schwierig ist.

Sollte hier eine Doppelentwicklung vorliegen, in dem neben einer Form *Eyvaras* mit einer der uns aus dem Baskischen so vertrauten Metathesen eine zweite: *Eyravas* stand? Dafür würde sprechen, daß *Eyravas* (25a), als Dorfname existiert Bez. Vorey, 1314 Ayravas auch *Eyravazet* (25b), Dorf im Bez. Vorey mit dem zugehörigen Bach des gleichen Namens.

In dem alten Namen des Berges La Garde-d'Ours (Dict. Top. S. 133) (26), der unmittelbar bei Le Puy südöstlich der Stadt zu 877 m Höhe emporsteigt, steckt wieder das obenerwähnte bask. *garmendi* oder *garamendi.* Der markante, weithin sichtbare Bergkegel wird 1224 als *Lachalm de Garmentes* urkundlich genannt.

Ein Waldname *Gargaride* (27), Gem. Saint-Front, der im Jahre 1000 als *Boschus Gargarida* erwähnt wird, enthält offenbar dasselbe Etymon wie lab. *garagarra*, soul. *ga:agarra* 'Weizen' und wäre als 'Weizenfeld' zu

schwerlich von Namen wie *Belistar* Bass. Pyr. zu trennen ist; in ihnen liegt gewiß das aus den iberischen Inschriften bekannte '*belex*' vor.

[1] Der Ort liegt, soweit die Generalstabskarten erkennen lassen, allerdings keineswegs im Tale, wohl aber in einer Talmulde (südlich von St. Maurice-de-Lignon) zwischen Höhen von 881 und 812 m.

deuten. Der Weiler *Vacheleries* (28), Gem. Saugues heißt 1282 noch *Mansus dē Bachalaria*, 1327 *Bachalarias*. Das ist ein rein baskisches Wort: *bašalarria* 'pâturage sauvage', vgl. *la Bachelerrie* (Dordogne) s. u.

Mit einiger Sicherheit läßt sich in dem alten Namen des Dorfes *Charensac* (29), Gem. Brives-Charensac, das 1089 als *Iharanciacus* überliefert ist, eine Keltisierung eines alten iberischen Namens erkennen; im ersten Teile enthält der Name ein dem bask. lab. *ihara* (soul. *eihera*) 'Mühle' entsprechendes Etymon; von dem gleichen Stamme mag *Chirel* (30), Gem. le Puy und Taulhac, das 1089 als *Iheretum* urkundlich vorliegt, abgeleitet sein; entsprechende Namen — vielleicht lauteten einige der gerade in diesem Dep. zahlreichen '*Molendinum*' ähnlich — finden wir in den Bass. Pyr. *le moulin d'Iharce* (Gem. La Bastide-Clairence an der Joyeuse), s. bei Luchaire, a. a. O. S. 185.

Das Dorf *Mandigoules* (31), südwestlich von Tence, als *Mendigolas* 1258 genannt, enthält im ersten Teile bask. *mendi* 'Berg' und ist nicht vom alten *Mendiculea* bei Ptolemäus (Humboldt IV, 118) zu trennen. Noch heute wird im Labourd mit *mẹndigọlua* ein 'kleines Plateau auf einem Berge' bezeichnet. Dem Namen einer Wüstung im Bez. von Desges *Godissare*, 1130 *locus de Galdissart* (ein *Prior de Goldissart* (32) wird 1476 erwähnt), 1588 *Gauldissard*, vergleichen wir ein bask. lab. *Goldissar* — so heißt nach der mündlichen Mitteilung eines Labourdiners eine der Spitzen der Montagne des trois couronnes über Sare = lab. *goldi* 'mousse' [soul. *o:oldịa*], guip. *goldio* 'mousse' Azk. + *izar* 'Spitze, Höhe'. Damit wäre der Schwund des intervokalischen r (lab. *goldia* ist aus *goroldia* zusammengezogen) schon in frühe Zeiten zurückdatiert.

Das gleiche Etymon '*izar*' 'Höhe, Spitze' (Azk. s. v. 4°) tritt uns in *Sarlanges* geradeaus nördlich von Retournac entgegen, das 986 als *Villa de Issarlangas* (32a) in einer Urkunde zu finden ist. Es ist deutlich '*izar* + *langa*' 'porte à claire-voie sur la hauteur' (guip. *langa* s. Azk.); der Ort liegt dicht bei einer Höhe von 630 m. Endlich sei nur noch aus der großen Anzahl iberisch klingender Namen der des Weilers *Salavert* (33), Gem. Bellevue-la-Montagne, Bez. Allègre, herausgegriffen, der 1345 als *Salavertz*, 1359 als *Salavert* bezeugt ist. Im Anschluß an Namen wie *Salaber* (Gem. Laguinge Bass. Pyr.), *Salaberria* (Gem. Villefranque Bass. Pyr.) werden wir auch hier als Grundlage ein *sala-berri*[1] 'château neuf' wiedererkennen dürfen.

---

[1] Die Erweichung des Anlautes im zweiten Bestandteile legt die Frage nahe, ob nicht einige der zahlreichen *Olivier* statt auf *olivarium* vielmehr auf ein *Oli-Uliverri* 'Neustadt' zurückgehen mögen (vgl. Dict. top. du Dép. de l'Hérault S. 136).

3. Dordogne.

Außer *Bigorre* weisen folgende Namen auf iberischen Ursprung: *Atur* (34), Bez. St. Pierre de Chignac, östlich von Périgueux, das im 13. Jahrhundert als *Astureu* und 1382 als *Asturio* urkundlich erscheint; es ist von den obenerwähnten Namen nicht zu trennen. Ein *Salavert* (vgl. o.) (34a) begegnet uns 4 km südwestlich von Sarlat. Sehr deutlich ist *Bigaroque* (Gem. Le Coux) (35), 1143 *Castrum de Begaroca*, 1206 als *Bigaroca* aus bask. *biga* + *arroka* 'zwei Felsen'. Auch *Larmandie* (36—41), das sechsmal in der Dordogne auftritt, ist gewiß einem bask. *larremendia* 'pâturage de la montagne' zu vergleichen; es ist der Name: 1. eines Hauses in Limeuil (36), 2. eines Weilers im Bez. Le Bugue b. Sarlat Gem. Mauzens, (37) 3. eines 'lieu dit' in der Gem. Pressignac, Bez. Lalinde (38), 4. eines Weilers bei Salon, Bez. Périgueux, (39), 5. eines 'lieu dit' bei Sainte-Alvère, Bez. Bergerac (ostnordöstlich davon) (40) und 6. eines zweigeteilten Ortes (*Haute Larmandie* und *Basse Larmandie*) im Bez. Savignac-Miremont, nahe bei der Quelle des Vern (41). Zu dem obenerwähnten Bachalarias (= 'pâturage sauvage') gehört *La Bachellerie* (42), östlich von Périgueux. Ein bask. *landagarria* (aus *landa* 'champ' + *garri* 'morceau de tronc d'arbre') d. h. 'Strunkfeld' könnte die Grundbedeutung sein von Namen wie *Landegeyrie* (43), Bez. Mortemar und wie *Bordaria de Landgaria* aus dem Cartulaire de Chancelade (Dict. Top. d. l. Dordogne S. 169), vgl. Namen wie *Landibar*, Bass. Pyr. 'Feld im Tale' usw. Damit sind die iberischen Namen der Dordogne nicht erschöpft. Wir finden im Suppl. des Dict. Top. S. 348 einen *Ruisseau de la Basque* (44) in dem Bez. Paunat, ebenfalls im Bez. Le Bugue, ein *Gubelaria* 1400 (45), heute *la Gubelarie* [?], Gem. Villamblard, Bez. Bergerac = *gibel* + *larria* 'le pâturage de derrière' u. a.

4. Corrèze.

Da das Dict. Top. de la Corrèze noch nicht erschienen ist, beschränken wir uns darauf, auf einen Namen hinzuweisen, der uns iberischer Herkunft zu sein scheint: *Biscaye* (46) bei Varets, im äußersten Westen des Departements. Er reiht sich jenem echt iberischen Namen *Bizkaya* an, der ja nach Azkue häufig als Bezeichnung nicht nur einzelner Teile, wie des Labourd, sondern des gesamten baskischen Landes gebraucht worden ist.

5. Cantal.

Die Namen eines Weilers in der Gem. Maurs *L'Asturgie* (47), 1771 *l'Astourgie*, eines *Mas de l'Astorgia* 1332 im Bez. Saint-Vincent,

heute *l'Astourgie* (48), endlich einer alten Mühle im Bez. Bredon, die 1598 als *lou molle d'Astorg* (Dict. Top. du Cantal S. 16) (49) erwähnt wird, gehören zu den obenerwähnten ähnlichen Namen.

Ein iberisches Grundwort scheint auch in *Boussaroque* (50), Gem. Sansac-Veinazès, Bez. Montsalvy zu stecken; es heißt 1668 *Bossarocque* und enthält gewiß '*bost arroka*' 'fünf Felsen' (vgl. *Bostmendi* 'fünf Berge' im Dep. Bass. Pyr.). Es ist ein altes Schloß, das den Namen trägt; aus der Generalstabskarte wird nicht ersichtlich, ob 'fünf Felsen' dort hervortreten. Auch *La Guarraldia* (51) (*garri* + *alde*) 1357, heute *La Caraldie* (Gem. St. Saury, Bez. Mamet) und *Mansus de Layraldia* (52) (*larre* + *alde*) 1482, heute eine Wüstung im Bez. Ytrac, deuten auf iberische Herkunft. Endlich möge noch ein Fall erörtert werden, wo die Ähnlichkeit mit baskischen Ortsnamen des Dep. Bass. Pyr. in die Augen fällt: Die 'domaine ruiné' *Las Brousaldies* (53), Gem. Glénat, Bez. Laroquebrou wird 1332 als *Affarium de las Boxaldias*, im 18. Jahrhundert als *Les Boucheyldies* bezeugt. Da haben wir ein buchstäbliches Analogon zu dem im baskischen Sprachgebiete liegenden *Botchaltia* (Gem. Tardets, Bass. Pyr.), das nichts anderes als '*l'endroit du rocher*' (Azk. *botše* 2° lieu rocailleux et accidenté) bedeuten kann.

Ein Überblick über die einzelnen Orte zeigt, daß sich iberische Namen nur innerhalb der iberischen Einflußzone, wie wir sie aus dem Wortmaterial gewonnen haben, vorfinden. Auch hier treffen wir auf Landschaften, in denen das iberische Element besonders kräftig erhalten ist; die Mitte des Dep. H^te^ Loire, der äußerste Nordwesten von Aude (Bez. Castelnaudary), der äußerste Südwesten von Cantal, der Bez. Le Bugue im Südosten der Dordogne.

So läßt sich eine absolute örtliche Übereinstimmung zwischen heute noch lebendem iberischen Wortmaterial und modernen, sichtbar auf iberische Herkunft zurückzuführenden Ortsnamen konstatieren.

IV.

Wenn wir so eine iberische Unterschicht aus rein sprachlichen Überbleibseln für den größeren Teil Südfrankreichs nachgewiesen oder mindestens doch höchst wahrscheinlich gemacht haben, so sind wir uns wohl bewußt, was für einschneidende Folgen für die Beurteilung südfranzösischer Sprachverhältnisse diese weite Hinausrückung der iberischen Sphäre verursachen kann. Aber auch die ganze baskisch-

romanische Lehnwörterfrage, die so außerordentlich verwickelte Probleme birgt, wird damit auf eine neue Basis gestellt. Dieses lockende Untersuchungsfeld, dem Schuchardt eine Anzahl seiner eindringenden Studien gewidmet hat, muß weiter durch eingehende Forschungen bearbeitet werden. Hier seien nur nach einer Richtung hin Probleme angedeutet.

Wer die große Reihe der romanischen Lehnwörter im Baskischen überblickt und wer sie in Beziehung setzt zu den geographisch zunächst liegenden, das baskische Sprachgebiet umfassenden romanischen Mundarten, also der gaskognisch-bearnischen Dialektgruppe, dem kann nicht entgehen, daß jene Lehnwörter sowohl nach äußerer Lautform wie nach dem Bedeutungsinhalte bisweilen eben nicht zu jenen nahegelegenen Mundarten passen, sondern zu viel weiter nach Nordosten abliegenden.

Ein baskisches *tšindil* 'lentille', das offenbar ein romanisches Lehnwort ist, zeigt im Anlaut ein *tš-*, das nach dem Atlas zu urteilen gerade nicht den heute das Baskische umgebenden bearnischen usw. Mundarten eigentümlich ist, denn dort erscheint (K. 758) durchweg *lãntiło*. Dagegen haben nun gerade jene weiter abliegenden Mundarten des Lot und Lot-et-Gar. anlaut. *ts-* (*tsentiło*) u. ä., vgl. P. 638 [Lot-et-Gar.] und P. 619, 720, 713, 712, *dzẽntĭtu* P. 618, sämtlich in Lot. Schuchardt berührt dieses merkwürdige Verhalten Zt. f. roman. Phil. 30, 213, 214 und sagt dort: »das Baskische läßt vermuten, daß einst auch dem Bearnischen diese eigentümliche Vertretung des *l-* nicht fremd war«. Aber liegt es da nicht viel näher zu vermuten, daß *tšindil* die Form war, in der das Wort von den iberischen Stämmen aus jenen heute noch iberisch erblich belasteten Mundarten der Lot- und Garonnenbezirke aufgenommen wurde und daß diese Stämme, die die Linsenkultur vielleicht dort kennenlernten, den Ausdruck bei ihrem Rückfluten in die Berggebiete mitnahmen und bewahrten? Die Erörterung der geographischen Verteilung romanischer Lehnwörter des Baskischen und der entsprechenden Typen in zentraleren Teilen Südfrankreichs würde eine Anzahl Nebenfragen aufrollen und hier über unser Ziel hinausführen.

Jedenfalls bleibt das Baskische wohl der köstlichste Speicher romanischen Lehngutes, das, den wechselnden Geschicken Frankreichs zeitig entführt, im pyrenäischen Berggarten Aufnahme fand und dort ungefährdet Jahrhunderte überlebte.

Liste der besprochenen Ortsnamen.

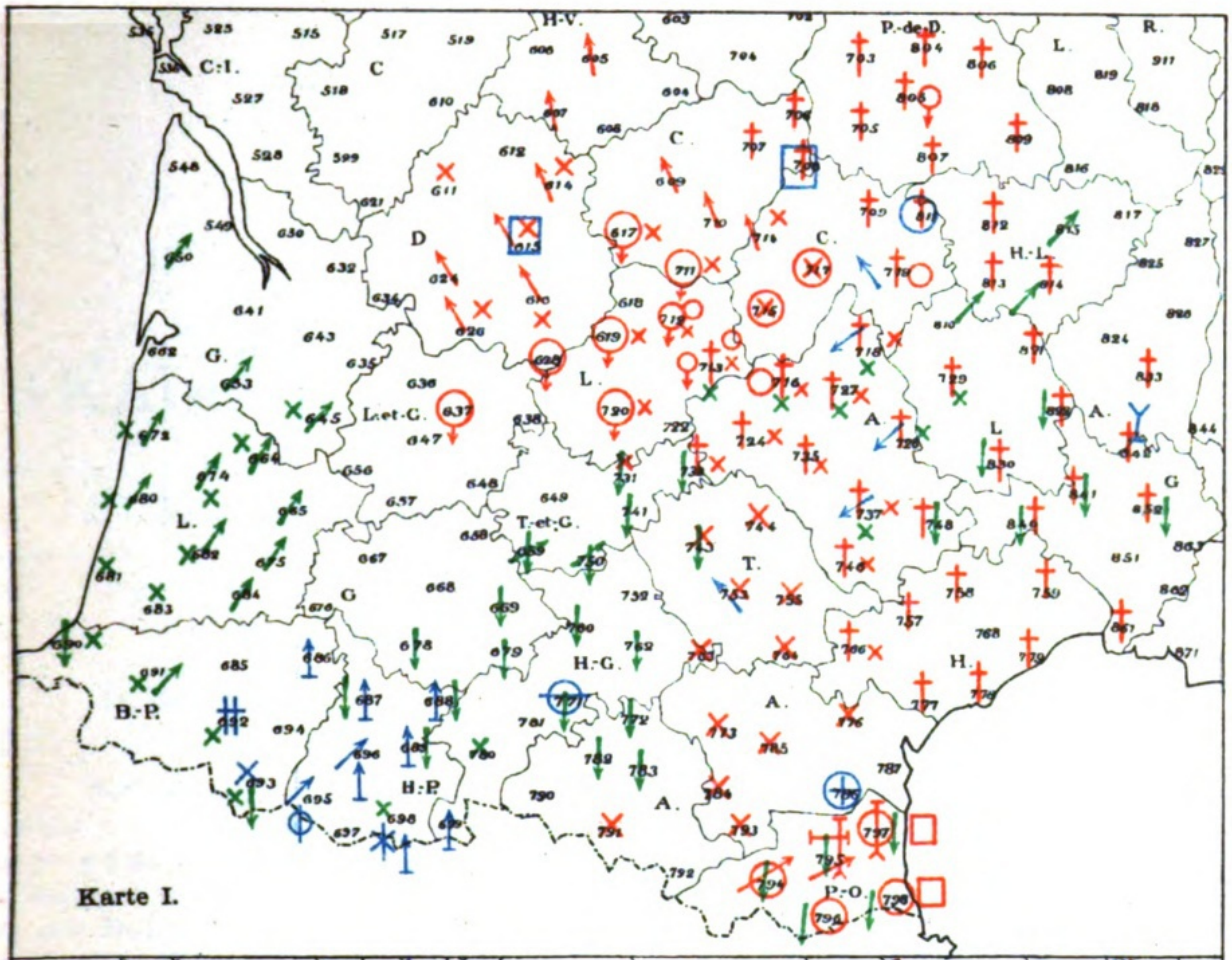
Tafelerklärung.

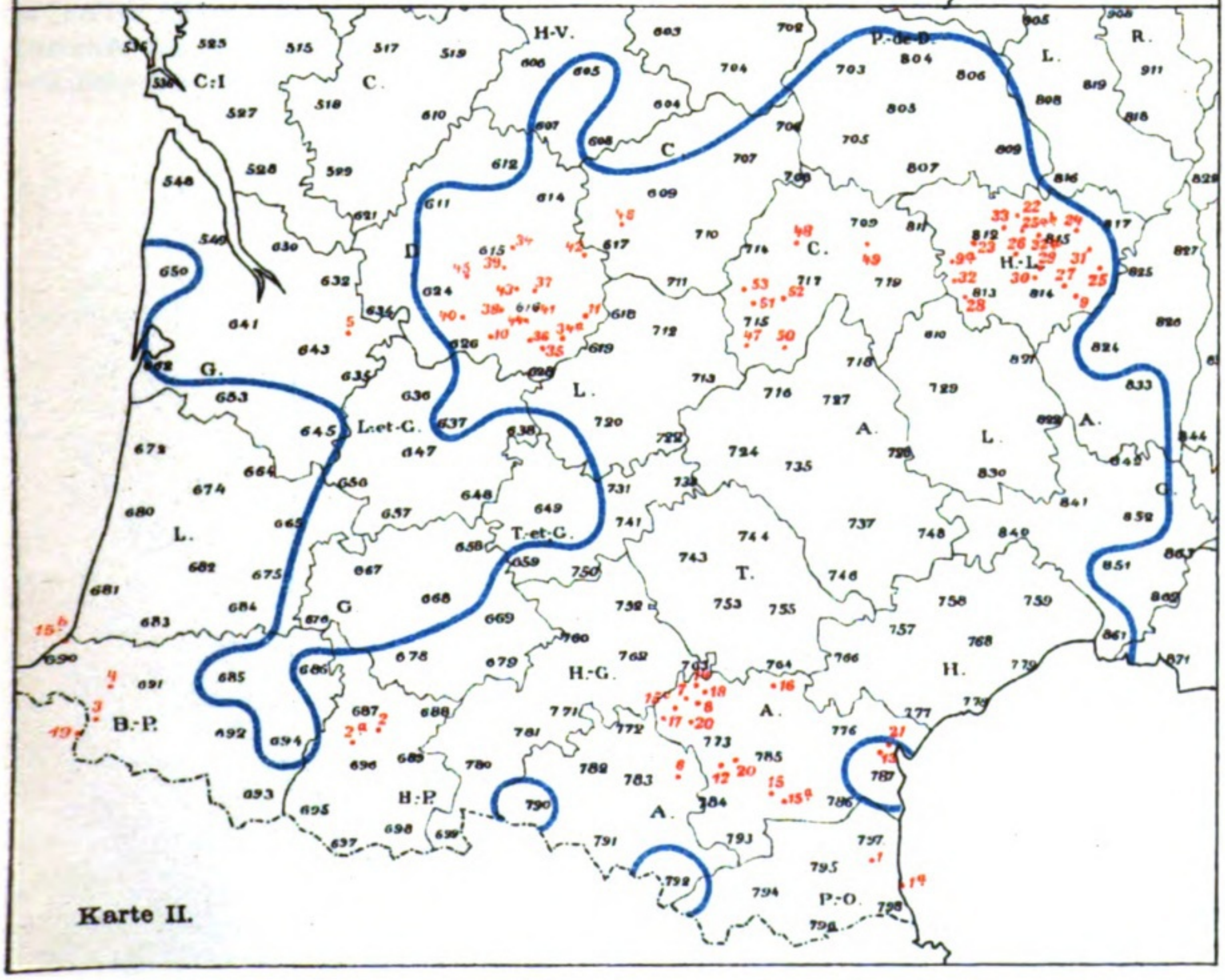
Karte I: Die blauen Zeichen stellen vereinzelt auftretende iberische Typen dar; die roten sowohl solche, die nur auf katalanischem Gebiete erscheinen, wie solche, die sich über das languedokische bis ins limousinische Gebiet ausdehnen, also im wesentlichen nach Norden und Westen deuten. Die grünen Zeichen umfassen solche Typen, die über aquitanisches Gebiet nach dem Osten zu bis ins Dep. Hte Loire und Gard reichen.

blau	×	gau̯-ainhe̜ra, 'chauve-souris'	rot	×	garits 'chêne'
»	+	saligot 'petit lait'	»	†	gaspo 'petit lait'
»	↗	har̄ 'soûl'	»	↓	ander 'coquelicot'
»	‡	amurro 'onglée'	»	↖	tsalapi, tsolotsu 'rougeole'
»	↖	šimye̜ 'osier'	»	O	esker 'gauche'
»	O	estuši 'tousser'	»	□	sergantana 'lézard'
»	□	si̜galo 'rainette'	»	H	pustiłuna 'argile'
»	✶	gurop 'petit lait'	»	↗	pe̜dro̜ 'grêle'
»	↥	mandorro 'pomme de terre'	»	⊼	askaros 'béquille'
»	Φ	garok 'rocher'			
»	⊖	ešanko 'béquille'	grün	×	pegarra usw. 'cruche, jatte'
»	Ɪ	māndjyope̜ro 'hanneton'	»	↗	tšori 'moineau'
»	↙	o̜suka 'meurtrir'	»	↓	ar-ur- 'chenille'

Karte II: Die blaue Linie faßt alle jene Gebiete zusammen, innerhalb deren iberische Reste im Wortschatz aufgezeigt wurden; die roten Punkte sind iberische Ortsnamen; die Zahlen deuten auf entsprechende im Texte der Arbeit.

Ausgegeben am 6. September.





H. Urtel: Zum Iberischen in Südfrankreich.

SITZUNGSBERICHTE 1917.
XXXVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Rubens las über die Brechungsexponenten einiger fester Körper für kurze Hertzsche Wellen.

Nach einer Interferenzmethode wurden die Brechungsexponenten von 5 Kristallen und 7 amorphen Körpern, meist Jenaer Gläsern, für Strahlen von der Wellenlänge 5.7 cm ermittelt und die erhaltenen Werte mit den Ergebnissen früherer optischer Messungen im äußersten ultraroten Spektrum sowie mit den Werten verglichen, welche für die Dielektrizitätskonstanten der gleichen Stoffe bei Anwendung Hertzscher Wellen von 10 cm Länge beobachtet worden sind. Auch die neuen Versuche bestätigen die Tatsache, daß die untersuchten festen Körper im Gebiete der Hertzschen Wellen keine merkliche Dispersion aufweisen.

Über die Brechungsexponenten einiger fester Körper für kurze Hertzsche Wellen.

Von H. Rubens.

In zwei früheren Abhandlungen[1] wurde der Nachweis erbracht, daß das Reflexionsvermögen von 20 Kristallen und 14 amorphen Körpern für die langwellige Strahlung des Quecksilberdampfes von 0.3 mm Wellenlänge sich nur noch wenig von dem Werte unterscheidet, welcher sich aus der Dielektrizitätskonstanten dieser Stoffe für 10 m lange Hertzsche Wellen berechnen läßt. Im Anschluß an diese Beobachtungen hat Hr. Robert Jaeger[2] gezeigt, daß die Dielektrizitätskonstante der hier untersuchten festen Körper auch im weiteren Verlaufe des langwelligen Spektrums keine erkennbare Änderung erleidet. Er verglich die Dielektrizitätskonstante der genannten Stoffe für die Schwingungszahlen $\nu = 3 \times 10^7$, $\nu = 10^7$, $\nu = 10^6$, $\nu = 10^5$ und $\nu = 250$, ohne daß es ihm möglich war, innerhalb dieses weiten Spektralbereichs sichere Anzeichen von normaler oder anomaler Dispersion bei diesen Substanzen festzustellen.

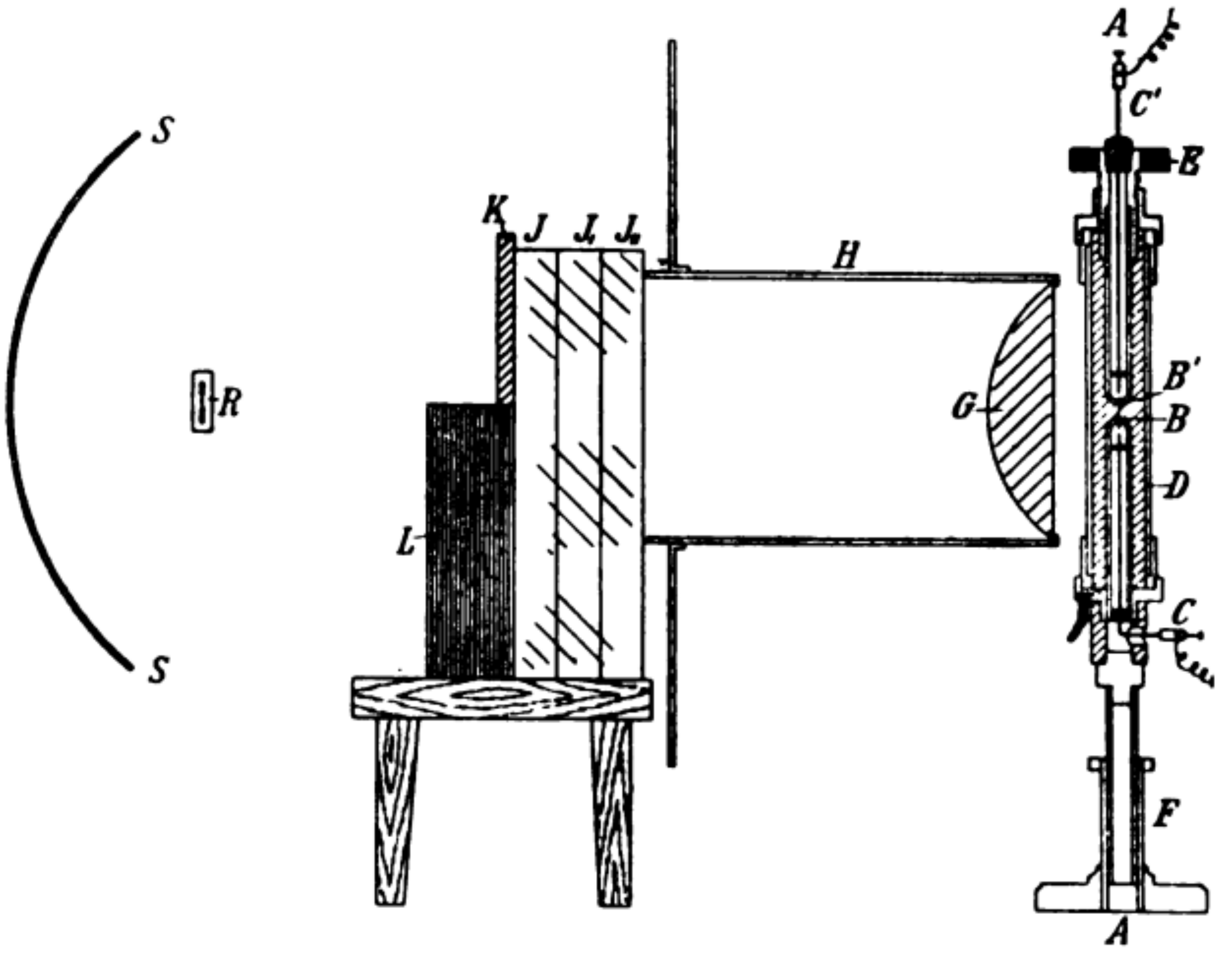
Zur Vervollständigung dieser Gruppe von Untersuchungen erschien es wünschenswert, Messungen der Dielektrizitätskonstanten auch in dem ausgedehnten Spektralgebiet vorzunehmen, welches sich von der langwelligen Quecksilberdampfstrahlung von 0.3 mm Wellenlänge bis zu den früher von mir verwendeten 10 m langen Hertzschen Wellen erstreckt und etwa 15 Oktaven umfaßt. Für einige der untersuchten Stoffe liegen allerdings derartige Beobachtungen bereits vor, welche von den HH. K. Löwe[3] und W. Schmidt[4] nach einer der Drudeschen verwandten Methode mit 75 cm langen Wellen angestellt worden sind. Die Ergebnisse dieser Messungen stimmen, soweit sie die Kristalle betreffen, mit meinen für längere Wellen erhaltenen Werten gut überein,

[1] H. Rubens, Diese Berichte S. 4, 1915 und S. 1280, 1916.
[2] Robert Jaeger, Dissertation, Berlin 1917.
[3] K. F. Löwe, Wied. Ann. 66, S. 390, 1898.
[4] W. Schmidt, Ann. d. Phys. 9, S. 919, 1902 und 11, S. 114, 1903.

doch zeigen die von Hrn. Löwe untersuchten Gläser etwas andere Dielektrizitätskonstanten, als sie sich nach meinen und Hrn. Jaegers Messungen ergeben haben. Da indessen diese Differenzen möglicherweise auf Verschiedenheiten der Glassorten zurückzuführen sind, so kann hieraus noch nicht auf das Vorhandensein von Dispersion im Gebiete der Hertzschen Wellen geschlossen werden.

Ich habe, um die genannte Lücke auszufüllen, an zwölf der früher von mir untersuchten Stoffen Messungen des Brechungsexponenten für eine Strahlung von der Wellenlänge 5.7 cm (Schwingungszahl $\nu = 5.2 \times 10^9$) ausgeführt, welche zwischen den langwelligen Quecksilberdampfstrahlung ($\nu = 10^{12}$) und der damals verwendeten 10 m langen Hertzschen Wellen ($\nu = 3 \times 10^7$) angenähert in der Mitte liegt, wenn man, wie üblich, das Spektrum nach gleichmäßig fortschreitenden Logarithmen der Wellenlängen aufträgt.

Fig. 1.



Zur Bestimmung des Brechungsexponenten wurde eine Interferenzmethode gewählt, welche es gestattete, dieselben Platten zu verwenden, die früher zur Messung des Reflexionsvermögens und der Dielektrizitätskonstanten gedient hatten. Das zur Anwendung gebrachte Verfahren ist ein indirektes und beruht auf dem Vergleich des Brechungsexponenten der zu untersuchenden Platte mit demjenigen einer Normalsubstanz. Das Verfahren kann als eine abgeänderte Form einer früher von mir angegebenen Interferenzmethode[1] bezeichnet werden. Die Versuchsanordnung ist in Fig. 1 dargestellt.

[1] H. Rubens, Zeitschr. f. d. physikal. und chem. Unterricht, S. 239, 1897.

A bedeutet einen Righischen Erreger, welcher Hertzsche Wellen von 5.7 cm Länge liefert. Er besteht aus einem durch aufgeschraubte Messingkappen verschlossenen Glaszylinder *D* von etwa 20 cm Länge und 3 cm lichter Weite, in welchen zwei 12 mm weite Glasröhren hineinragen, die dem eigentlichen Oszillator als Träger dienen. Dieser wird von zwei Platinstäbchen *B* und *B'* von je 7 mm Länge und 2 mm Dicke gebildet, welche in die einander zugekehrten Enden der Glasröhrchen eingeschmolzen sind. Die elektrische Energie liefert ein kleines Induktorium mit Deprez-Unterbrecher. Die Zuführung der elektrischen Ladung geschieht durch zwei Messingdrähte *C* und *C'*, welche bis dicht an die beiden Hälften des Oszillators herangeführt sind, so daß dort kleine Luftfunken entstehen. Der Glaszylinder *D* ist mit Xylol gefüllt. Der oszillierende Funke geht also in dieser Flüssigkeit über. Eine Schraube mit kleiner Ganghöhe und großem Trommelkopf *E* aus Hartgummi ermöglicht die Feinverstellung der wirksamen Funkenstrecke. Der Messingfuß *F* gestattet eine Verschiebung des Oszillators in vertikaler Richtung.

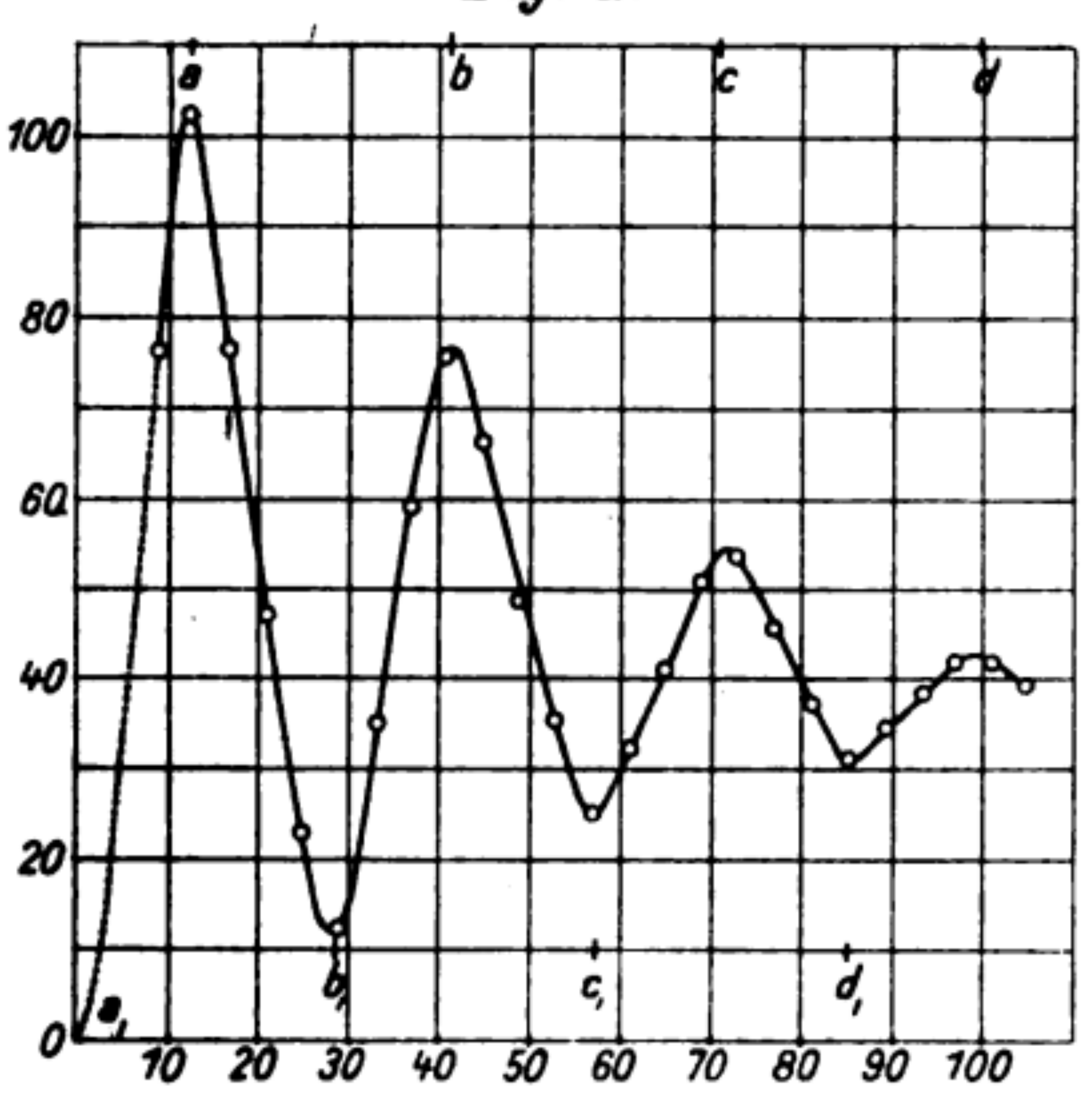
Unmittelbar vor dem Erreger steht eine Plankonvexlinse *G* aus Glas von 9 cm Durchmesser und kurzer Brennweite, welche die von dem Oszillator ausgehende Strahlung parallel macht. Die Linse bildet den Abschluß eines 12 cm langen Messingrohrs *H*, durch welches die Strahlung hindurchgeht und dann drei Spiegelglasplatten von je 16 mm Dicke JJ_1 und J_2 durchdringt. Außerdem durchsetzen Teile der Strahlung noch gewisse vorgelagerte Platten *L* bzw. *K*, dann wird die gesamte Strahlung mit Hilfe des Hohlspiegels *S* auf den Empfänger *R* geworfen. Dieser besteht aus zwei je 4 mm langen, $2^1/_2$ mm breiten Kupferblechstreifen, welche nach Hrn. Klemenčičs Angaben[1] durch ein Eisen-Konstantan-Thermoelement aus 0.02 mm dicken Drähten miteinander verbunden sind. Der Empfänger ist in einem kleinen Elfenbeinbüchschen von $2^1/_2$ cm Durchmesser und 0.5 mm Wandstärke untergebracht. Ein Hartmann-Braunsches Drehspulengalvanometer von 5 Ohm Widerstand lieferte bei 7 m Skalenabstand genügende Empfindlichkeit für die Messung der Thermoströme, welchen die Intensität der auffallenden Strahlung proportional ist.

Zunächst wurde die Wellenlänge der erzeugten Strahlung gemessen. Es geschah dies durch Beobachtung stehender Wellen an einer senkrecht reflektierenden Wand. Zu diesem Zweck wurden die Platten *J*, $J_,$ $J_{,,}$ *K* und *L* aus dem Strahlengang entfernt und der Hohlspiegel *S* durch eine zum Strahlengang senkrechte, ebene Messingplatte ersetzt, welche auf einer optischen Bank in Richtung ihrer Normalen um genau meßbare Beträge vor- und rückwärts bewegt werden konnte. Die Versuchsreihe wurde in der Weise ausgeführt, daß die reflektierende Platte

[1] J. Klemenčič, Wied. Ann. 42, S. 416, 1891.

zuerst dicht an R herangeschoben und dann in stetig wachsende Entfernung gebracht wurde. In jeder Stellung der Platte wurde die von R aufgenommene Strahlungsintensität durch mehrere Ausschlagsmessungen festgestellt. Dann wurde die Versuchsreihe in umgekehrter Reihenfolge wiederholt, um etwa eingetretene Änderungen der Strahlungsintensität des Oszillators hervortreten zu lassen. In Fig. 2 ist die graphische Darstellung einer solchen Versuchsreihe wiedergegeben. Als Abszissen sind die Abstände der reflektierenden Platte von dem Primärleiter, als Ordinaten die beobachteten Ausschlagsmittel aufgetragen. In unmittelbarer Nähe des Primärleiters ließen sich keine Messungen anstellen. Der punktierte Teil der Kurve ist also nicht beobachtet, sondern extrapoliert. Es wurden vier Maxima und drei Minima beobachtet, zu welchen letzteren noch ein viertes, hypothetisches bei dem Abstande null hinzuzurechnen ist. Die Lage der Maxima und Minima ist im folgenden zusammengestellt:

Fig. 2.



Maxima				Minima			
a	bei	13.0	mm	a_1	bei	0	mm
b	»	41.6	»	b_1	»	28.4	»
c	»	71.3	»	c_1	»	57.2	»
d	»	99.7	»	d_1	»	85.1	»

Die gleichmäßige Verwertung dieser acht Punkte ergab als wahrscheinlichsten Wert für die Wellenlänge der untersuchten Strahlung $\lambda = 57.6$ mm. Unter Berücksichtigung zweier gleichartiger, hier im einzelnen nicht mitgeteilter Versuchsreihen, welche die Werte 56.7 mm und 57.2 mm ergeben hatten, ist die Wellenlänge der Strahlung in Luft zu 57.2 mm angenommen worden.

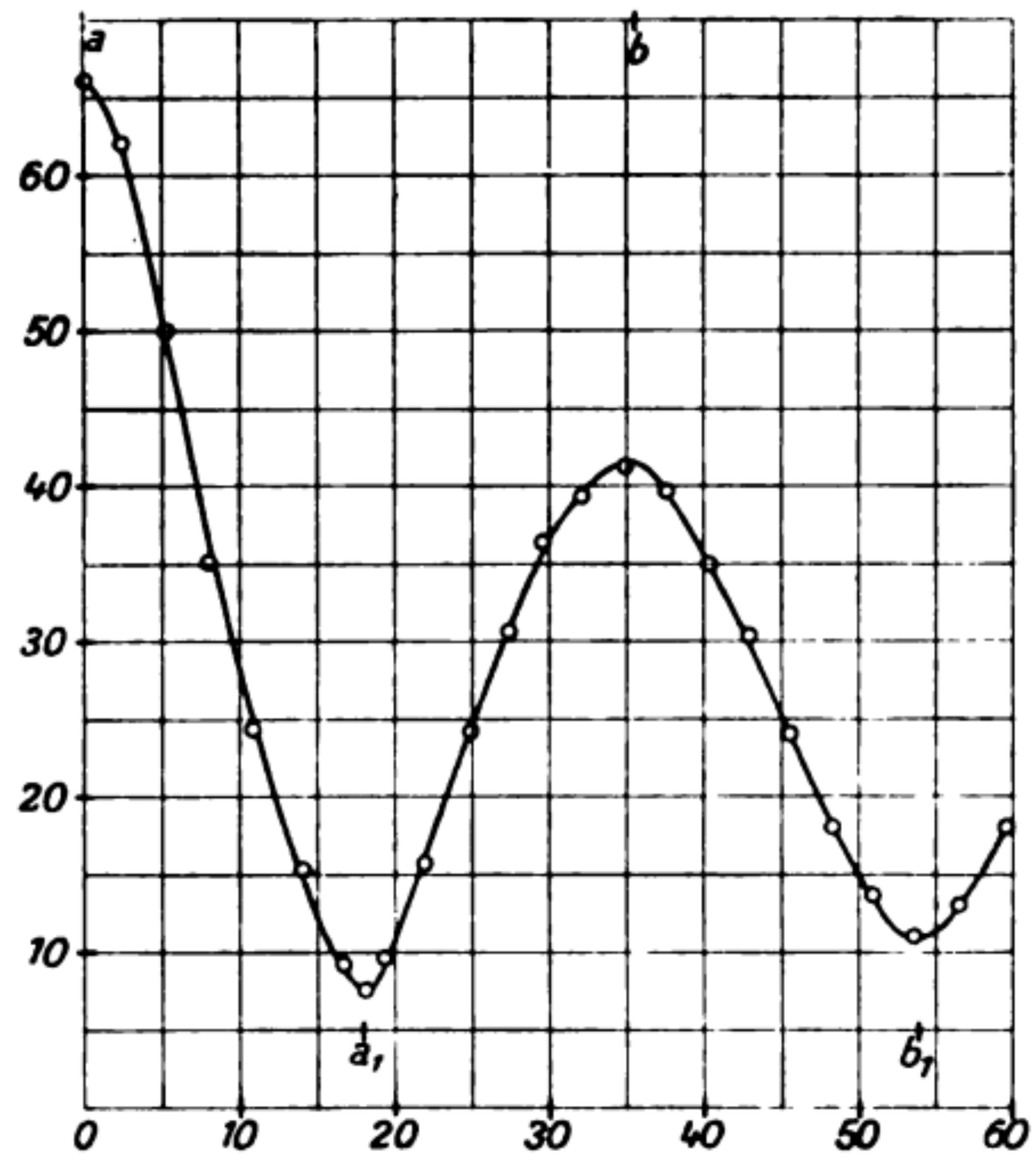
Wie bereits oben erwähnt wurde, diente zur Messung des Brechungsexponenten der untersuchten Stoffe eine indirekte Methode.

welche die Kenntnis dieser Konstanten für eine in größeren Mengen vorhandene Normalsubstanz zur Voraussetzung hat. Als Normalsubstanz wurde eine Glassorte gewählt, aus welcher photographische Platten hergestellt werden. Von diesen Platten waren im Physikalischen Institut große Mengen in entwickeltem Zustande (Format 9 × 12 cm) vorhanden.

Nach Ablösen der photographischen Schicht wurde eine größere Zahl möglichst ebener, nahezu gleich dicker Platten aus derselben Glassorte ausgewählt, die Platten fortlaufend numeriert und die Dicke jeder einzelnen Platte gemessen. Dann wurde der Brechungsexponent dieser Glassorte, welche im folgenden stets als »Meßglas« bezeichnet ist, nach zwei verschiedenen Methoden für die verwendeten elektrischen Wellen gemessen. Die eine dieser Methoden ist die bereits früher von mir beschriebene. Die entsprechende Versuchsanordnung ergibt sich unmittelbar aus Fig. 1, wenn man sich die Platte K aus dem Strahlengang entfernt denkt.

Zur Messung des Brechungsindex wird dann folgendermaßen verfahren. Die Meßglasplatten L werden, von Null beginnend, in stetig wachsender Zahl in die untere Querschnittshälfte des Strahlenganges eingeführt, und jedesmal wird die zugehörige Intensität der Strahlung gemessen. Durch Einführen der Platten wird das Strahlenbündel in zwei Hälften geteilt, welche einen Gangunterschied von der Größe $\sigma = (n_1 - 1)\,d_1$ besitzen, wenn d_1 die Dicke, n_1 der Brechungsexponent der eingeschalteten Glasschicht ist. Ist σ gleich 0 oder einem ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge λ, so treten Intensitätsmaxima auf.

Fig. 3.



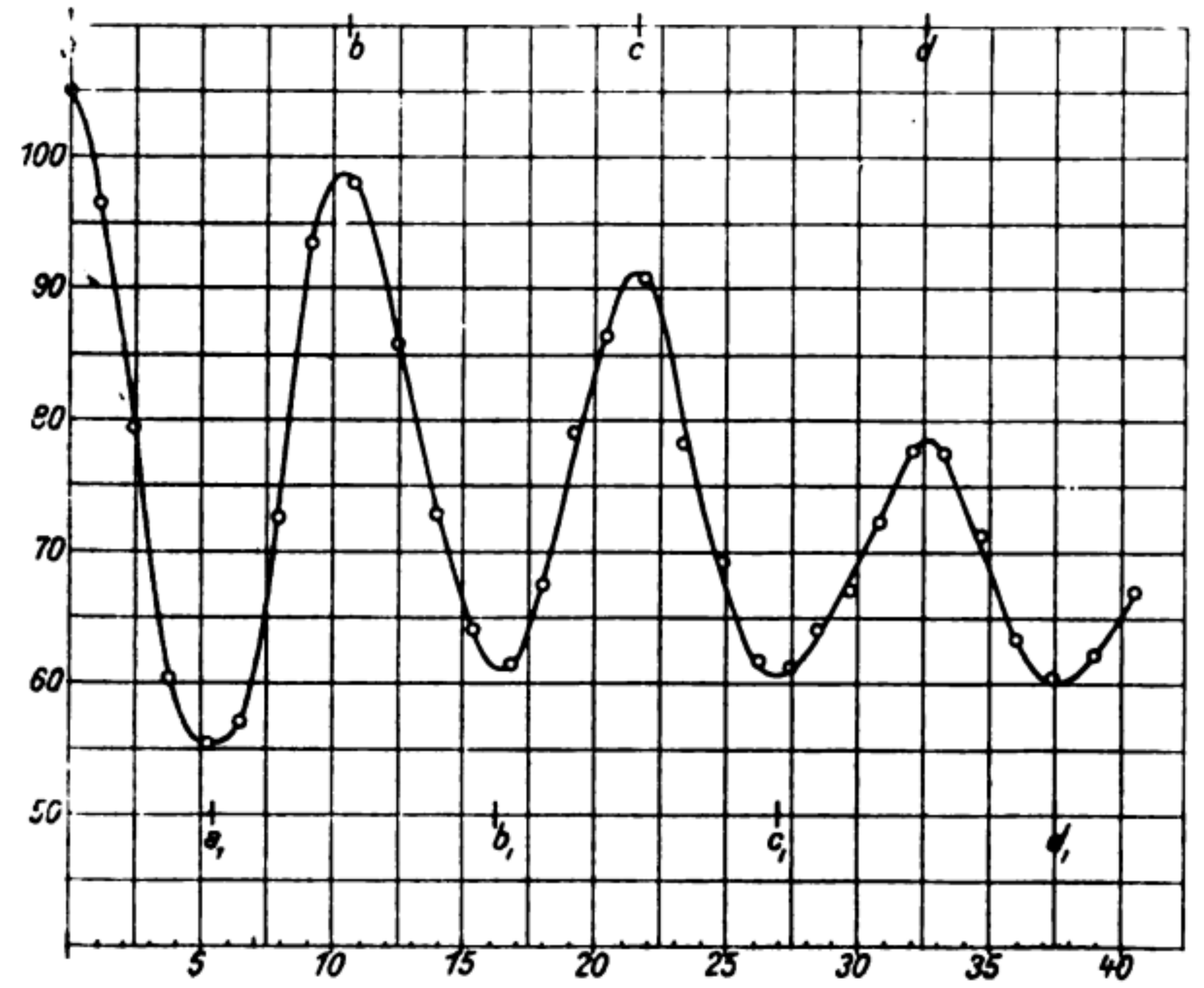
Minima werden dagegen beobachtet, wenn σ einem ungeradzahligen Vielfachen von $\frac{\lambda}{2}$ gleich ist. Eine solche Versuchsreihe ist in Fig. 3 graphisch dargestellt.

Die Kurve gibt die Ausschläge als Funktion der eingeschalteten Meßglasdicke wieder. Maxima sind bei $d_1 = 0$ und bei $d_1 = 35.5$ mm, Minima dagegen bei $d_1 = 18.0$ und 53.8 mm vorhanden. Hieraus und aus der bekannten Wellenlänge der Strahlung in Luft ($\lambda = 57.2$ mm) berechnet sich der Brechungsexponent der Meßglassorte zu

$$n_1 = 1 + \frac{57.2}{35.65} = 2.606\,.$$

Die zweite Methode beruhte auf der Erzeugung und Messung der NEWTONschen Interferenzen. Zu diesem Zweck wurden zunächst sämtliche Glasplatten (auch JJ_1J_2) aus dem Strahlengange entfernt und die Intensität der Strahlung gemessen, dann wurden die Meßglasplatten in immer wachsender Zahl in den Strahlengang derart eingeschaltet, daß sie die ganze Öffnung des Rohres H bedeckten und stets die entsprechende Strahlungsintensität durch Messung mehrerer Ausschläge beobachtet. Dabei war besonders darauf zu achten, daß die Platten sorgfältig gereinigt und mit Hilfe zweier Schraubzwingen gut aufeinandergepreßt waren, damit keine Luftschichten von nennenswerter Dicke zwischen den Glasplatten entstanden. Daß diese Bedingung hinreichend erfüllt war, wurde dadurch erkannt, daß die gemessene Dicke des gesamten Glasplattensatzes mit der Summe der Dicken der einzelnen

Fig. 4.



Glasplatten bis auf etwa $^1/_3$ Prozent übereinstimmte. Schwankungen in der Intensität des Erregers wurden dadurch eliminiert, daß abwechselnd mit und ohne Glasplatten im Strahlengang beobachtet wurde. Trägt man die auf konstante Strahlungsintensität des Erregers reduzierten Ausschläge in ihrer Abhängigkeit von der eingeschalteten Meßglasdicke auf, so erhält man eine Kurve, welche in Fig. 4 zur Anschauung gebracht ist.

Als Abszissen sind hier wie in Fig. 3 die eingeschalteten Meßglasdicken, als Ordinaten die beobachteten Ausschläge aufgetragen. Maxima und Minima zeigt die Kurve bei folgenden Glasdicken:

Maxima		Minima	
a bei	0 mm	a_1 bei	5.4 mm
b »	10.7 »	b_1 »	16.2 »
c »	21.7 »	c_1 »	27.0 »
d »	32.7 »	d_1 »	37.5 »

Der wahrscheinlichste Wert für die Wellenlänge in Glas berechnet sich hieraus zu $\lambda' = 21.74$ mm und der Brechungsexponent der Glassorte zu $n_1 = \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{57.2}{21.74} = 2.630$. Zwei andere Versuchsreihen gleicher Art lieferten hiermit gut übereinstimmende Werte. Als Mittelwert für den Brechungsexponenten der benutzten Meßglassorte wurde schließlich der Wert $n_1 = 2.620$ gewählt.

Es bleibt noch zu erwähnen, aus welchem Grunde bei der ersten hier beschriebenen Methode die drei 16 mm dicken, die ganze Öffnung des Rohres H bedeckenden Spiegelglasplatten $J\,J_1\,J_2$ dauernd in den Strahlengang eingeschaltet waren. Dies ist geschehen, um das Auftreten Newtonscher Interferenzen in den Meßglasplatten zu vermeiden. Wie man aus Fig. 4 ersehen kann, sind infolge der Dämpfung der Schwingungen bei einer Schichtdicke von 40 mm Glas die beobachteten Newtonschen Interferenzen nur noch schwach ausgeprägt, und es ist anzunehmen, daß sie bei einer Schichtdicke von 48 mm und darüber den Verlauf der Interferenzkurve in Fig. 3 nicht mehr merklich beeinflussen. Daß an der Grenze zwischen den Spiegelglasplatten J und den Meßglasplatten L eine Reflexion eintreten könnte, welche zu Newtonschen Interferenzen Veranlassung gibt, ist wegen der angenäherten Gleichheit der Dielektrizitätskonstanten beider Materialien nicht zu befürchten[1].

Dagegen ließ sich eine andere, bei der ersten Methode und ebenso bei den im folgenden beschriebenen Messungen auftretende Fehler-

[1] Daß die Dielektrizitätskonstanten beider Glassorten nahezu übereinstimmen, ergibt sich mit genügender Sicherheit aus der Tatsache, daß die Reflexionsvermögen für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung nur um 0.7 Prozent verschieden sind.

quelle nicht vollständig beseitigen. Bedeckt man nämlich nach Einschalten der Platten $J\ J_1\ J_2$ die untere Hälfte des Strahlenganges durch eine planparallele Schicht eines Mediums von dem Brechungsexponenten n_1 und der Dicke d_1, so interferieren nicht nur die beiden Strahlenbündel, deren Gangunterschied $\sigma = (n_1 - 1)\ d_1$ ist (Hauptstrahlenbündel), sondern es kommt durch wiederholte Spiegelung an der Vorder- und Rückfläche beider Glasschichten eine unendliche Reihe von interferenzfähigen Strahlenbündelpaaren hinzu, deren Gangunterschiede $(3\ n_1 - 1)\ d_1$, $(5\ n_1 - 1)\ d_1$ usf. beträgt. Von diesen Strahlenbündeln kommt indessen nur das erste Paar in Betracht, da die Intensität der übrigen zu gering ist. Auch kann dieses erste Paar nur unter sich, aber nicht etwa mit den Hauptstrahlenbündeln interferieren, weil der Gangunterschied diesen letzteren gegenüber wegen der erheblichen Dicke der Platten $J\ J_1\ J_2$ in Anbetracht der Strahlendämpfung viel zu groß ist. Bedenkt man ferner, daß die Intensität dieses Strahlenbündelpaares infolge der doppelten Spiegelung nur $\frac{1}{25}$ von derjenigen der Hauptstrahlen beträgt, so erscheint die Annahme berechtigt, daß wesentliche Störungen der Interferenzkurve durch jenes Strahlenbündelpaar nicht herbeigeführt werden. Immerhin können einige bei der Aufnahme dieser Kurven mit Sicherheit beobachtete Verbiegungen und Asymmetrien von der Wirkung dieser zweimal reflektierten Strahlen herrühren.

Wir wenden uns nunmehr zur Messung des Brechungsexponenten der zu untersuchenden Stoffe. Als solche wurden fünf Kristalle und fünf Gläser[1] mit möglichst verschiedenen optischen Eigenschaften sowie natürlicher Hartgummi gewählt. Aus jedem dieser Materialien war eine angenähert planparallele, rechteckige Platte von 5 bis 17 mm Dicke vorhanden. Aber nur die Platten aus Flußspat, Marmor, Sylvin und Ebonit waren groß genug, um die Hälfte des Rohres H vollkommen zu bedecken. Bei allen übrigen Materialien standen nur kleinere Platten von etwa 5 × 6 cm Grundfläche zur Verfügung, welche die Einführung einer vor dem Rohrende anzubringenden Blende von passender Größe notwendig machten. Hierzu diente ein 0.3 mm dickes Aluminiumblech, in welches eine rechteckige Öffnung von 8 cm Höhe und 5 cm Breite eingeschnitten war. Durch die Einführung dieser Blende wurden die Ausschläge auf etwa die Hälfte verringert, aber die Form der Kurven und die Lage der Minima blieb

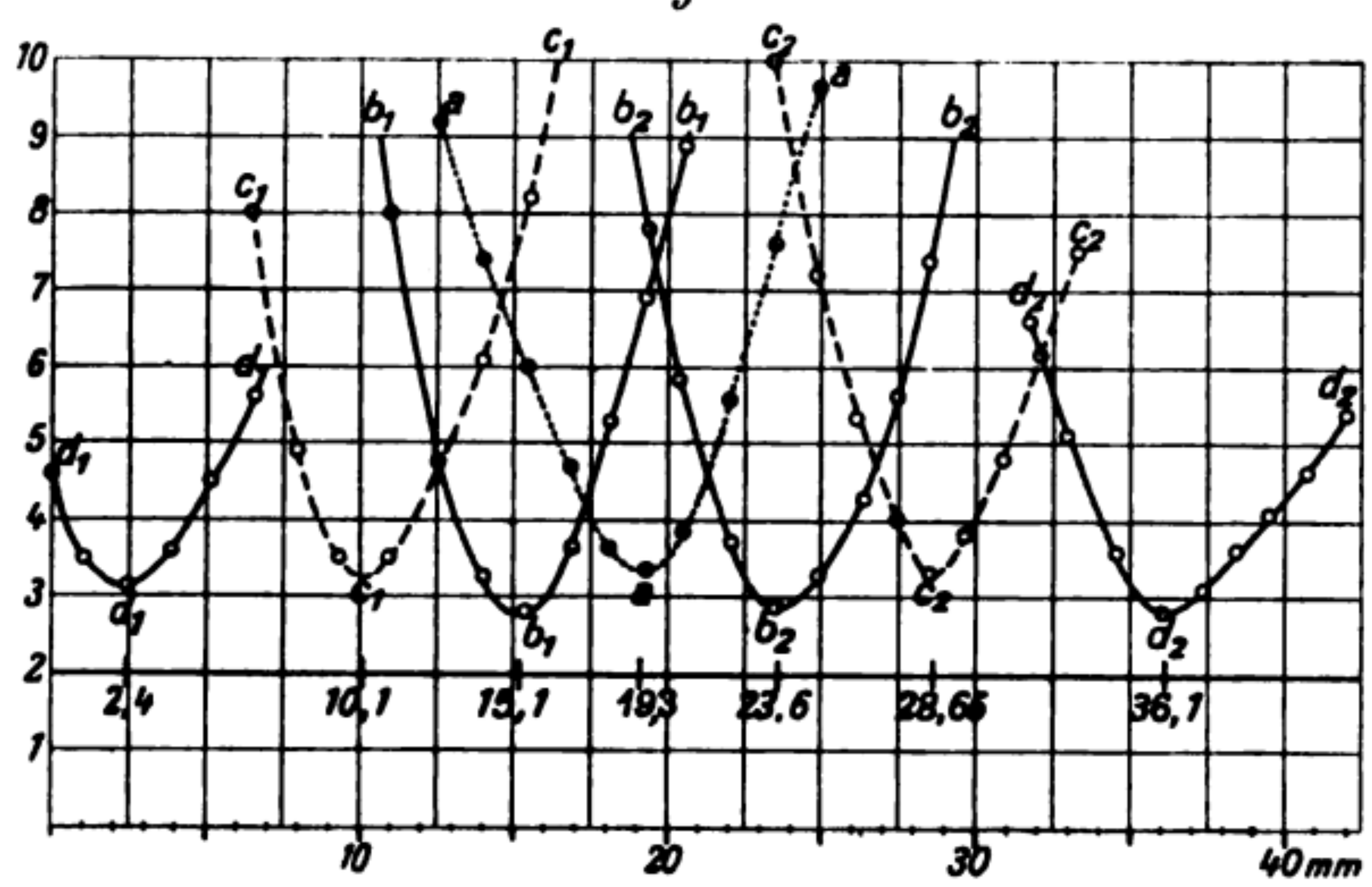
[1] Über die chemische Zusammensetzung und die Eigenschaften der untersuchten Gläser, welche sämtlich von dem Glaswerk Schott u. Gen. in Jena geliefert worden sind, siehe diese Berichte S. 1284, 1916.

merklich ungeändert[1]. Die benutzte Versuchsanordnung ist aus Fig. 1 ersichtlich. K bedeutet darin die Platte aus dem zu untersuchenden Material. Dieselbe wurde über den Meßglasplatten L derart angeordnet, daß die obere Hälfte des Strahlenbündels durch $J\,J_1\,J_2$ und K, die untere durch $J\,J_1\,J_2$ und L hindurchging. Dann wurden die Ausschläge des Thermoelements in ihrer Abhängigkeit von der Dicke der eingeschalteten Meßglasschicht in gleicher Weise wie in Fig. 3 aufgenommen. Die betreffende Kurve zeigte gegenüber der in Fig. 3 dargestellten eine konstante Verschiebung δ_2. Nach dieser Versuchsreihe wurde eine zweite ausgeführt, bei welcher die zu untersuchende Platte K ebenso wie die Meßglasplatten L sich in der unteren Hälfte des Strahlenganges befanden. Die jetzt beobachtete Kurve, welche die Ausschläge als Funktion der eingeschalteten Meßglasdicke darstellt, war von der vorher aufgenommenen dadurch unterschieden, daß die Verschiebung der Maxima und Minima (δ_1) nunmehr nach der entgegengesetzten Seite eintrat. Aus beiden Verschiebungen δ_1 und δ_2 wurde dann der Mittelwert δ gebildet und mit Hilfe der Formel

$$(n-1)\,d = (n_1-1)\,\delta \quad \text{oder} \quad n = 1 + (n_1-1)\,\frac{\delta}{d}$$

der Brechungsexponent n der untersuchten Platte von der Dicke d berechnet. Da unter den singulären Punkten der Interferenzkurven stets das erste mit a_1 bezeichnete Minimum (s. Fig. 3) bei weitem am schärfsten ausgeprägt war, so wurde bei den endgültigen Messungen auf die Aufnahme der vollständigen Kurven verzichtet und die Beobachtungen auf die Bestimmung der Lage des ersten Minimums beschränkt.

Fig. 5.



[1] Von dem schweren Silikatflint O. 255 war nur eine Platte von 4.3 × 4.5 cm Größe vorhanden. Bei der Untersuchung dieser Glassorte mußte die Breite des Diaphragmas auf 4 cm verringert werden, dennoch waren die Interferenzkurven von großer Regelmäßigkeit und die Minima scharf ausgeprägt.

In den Kurven der Fig. 5 werden die Ergebnisse solcher Messungen an einigen Beispielen erläutert. Als Abszissen sind, wie in Fig. 3 die eingeschalteten Meßglasdicken, als Ordinaten die beobachteten Galvanometerausschläge aufgetragen. Die mit a bezeichnete mittlere Kurve gibt die Lage des ersten Minimums der Interferenzkurve (a, Fig. 3) wieder, wenn sich in der oberen Hälfte des Strahlenbündels (außer den eingeschalteten Hilfsplatten $JJ_1 J_2$) nur eine einzige Meßglasplatte von 1.30 mm Dicke befand[1]. Die Kurven b_1 und b_2 zeigen die Lage dieses Minimums an, wenn außerdem unten, bzw. oben eine 5.02 mm dicke Platte aus Fluorkron (O. 7185) eingeschaltet ist. Wird die Fluorkronplatte durch eine 4.99 mm dicke Platte aus schwerstem Silikatflint (S. 461) ersetzt, so erhält man die mit c_1 und c_2 bezeichneten Kurven. Die Kurven d_1 und d_2 endlich beziehen sich auf die Einschaltung einer 17.14 mm dicken Flußspatplatte vor der unteren bzw. oberen Rohrhälfte. Derartige Versuchsreihen wurden für jede der untersuchten Platten mehrfach angestellt. Die Mittelwerte der beobachteten Verschiebungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bevor wir jedoch die Ergebnisse der Messung näher ins Auge fassen, soll noch eine Fehlerquelle erwähnt werden, welche daher rührt, daß sowohl an der Grenzfläche zwischen der zu untersuchenden Platte K und der Hilfsplatte $JJ_1 J_2$, als auch zwischen K und den Meßglasplatten Reflexionen auftreten, durch welche die Zahl der interferenzfähigen Strahlenbündel noch erhöht wird. Zweifellos können derartige Interferenzen die Form der beobachteten Kurven beeinflussen und auch die Lage des Minimums verschieben. Indessen ist auch hier zu bedenken, daß das Reflexionsvermögen an den genannten Grenzflächen bei den untersuchten Substanzen im allgemeinen äußerst klein ist und nur in zwei Fällen mehr als 1.5 Prozent beträgt, nämlich 4.0 Prozent bei dem schwersten Silikatflint und 5.2 Prozent bei dem Ebonit. Immerhin können bei der Messung des Brechungsexponenten dieser Substanzen etwas größere Fehler vorgekommen sein als bei den übrigen Stoffen.

Die Bedeutung der ersten sieben Spalten der nachstehenden Tabelle, welche die Ergebnisse aller Beobachtungen enthält, ist nach dem Vorausgehenden leicht verständlich. In der ersten Spalte sind die untersuchten Substanzen aufgeführt, die zweite enthält die Dicke d der verwendeten Platten K, die dritte, vierte und fünfte die Verschiebungen δ_1, δ_2 und $\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$ des ersten Minimums der Interferenz-

[1] Diese Meßglasplatte wurde in die obere Hälfte des Strahlenbündels eingeführt und dauernd darin belassen, um die Aufnahme der Kurve d_1 (Fig. 5) zu ermöglichen, deren Minimum sonst unmittelbar an den Rand der Zeichnung gerückt wäre.

Substanz	Schichtdicke d in mm	Äquivalente Meßglasdicke δ in mm			Brechungsexponent n	n^2	n^2	n^2
		δ_1	δ_2	$\frac{\delta_1+\delta_2}{2}$	$\nu=5\times10^9$	$\nu=5\times10^9$ $\lambda=5.7$ cm	$\nu=3\times10^7$ $\lambda=10$ m	$\nu=10^{12}$ $\lambda=0,3$ mm
Quarz, ord. Str.	10.96	7.50	7.36	7.43	2.10	4.41	4.44	4.44
Sylvin	9.50	6.79	6.90	6.85	2.17	4.71	4.70	4.80
Steinsalz	11.28	9.92	9.61	9.77	2.40	5.76	5.82	6.10
Flußspat	17.14	16.85	17.00	16.93	2.60	6.76	6.82	6.81
Marmor	9.84	11.50	11.67	11.58	2.905	8.44	8.22	8.76
Fluorkron (O. 7185)	5.02	4.19	4.32	4.26	2.375	5.64	5.78	5.54
Phosphatkron (S. 367)	5.005	4.64	4.65	4.65	2.51	6.28	6.40	6.17
Gew. Flint (O. 118)	6.00	6.26	6.38	6.32	2.71	7.33	7.42	7.37
Schweres Flint (O. 255)	10.04	12.78	13.12	12.95	3.09	9.55	9.98	9.41
Schwerstes Flint (S. 461)	4.99	8.96	9.21	9.09	3.95	15.6	16.1	15.6
Ebonit (natürl.)	10.00	4.09	3.80	3.95	1.64	2.69	2.74	2.61
Meßglas	—	—	—	—	2.62	6.86	6.91	6.60

kurven. Diese Verschiebungen δ sind in der Tabelle als äquivalente Meßglasdicken bezeichnet. Die in der sechsten Spalte angegebenen Brechungsexponenten n sind nach der Formel

$$n = 1 + \frac{\delta}{d} \cdot 1.62$$

berechnet. In der siebenten Spalte ist n^2, die Dielektrizitätskonstante für $\nu = 5.25 \times 10^9$, aufgeführt. Daneben ist die früher erhaltene Dielektrizitätskonstante für 10 m lange Hertzsche Wellen[1] ($\nu = 3 \times 10^7$) und in der letzten Spalte das Quadrat des Brechungsexponenten angegeben, welcher sich aus dem Reflexionsvermögen der untersuchten Substanzen für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung ($\lambda = 0.3$ mm, $\nu = 10^{12}$) bei Vernachlässigung der Absorption berechnen läßt.[2]

Man sieht, daß die drei Zahlenreihen im allgemeinen recht gut miteinander übereinstimmen. Daß dies auch für die optisch gemessenen Dielektrizitätskonstanten der letzten Spalte der Fall ist, hängt allerdings mit dem Umstande zusammen, daß sich unter den hier untersuchten Substanzen keine mit besonders langwelligen Absorptionsgebieten, wie Thalliumjodür und Bromsilber, befinden. In

[1] Die Dielektrizitätskonstante von Sylvin wurde nach der Lecherschen Methode für 10 m lange Wellen zu 4.70 neu bestimmt. W. Schmidt hatte für 75 cm lange Wellen den Wert 4.75 erhalten. Beide Zahlen sind in befriedigender Übereinstimmung.

[2] Für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung zeigen die Gläser in Schichtdicken von einigen Zehntelmillimetern wieder merkliche Durchlässigkeit. Der Einfluß des Extinktionskoeffizienten auf das Reflexionsvermögen ist hier also sehr gering. Für 5.7 cm lange Hertzsche Wellen konnte bei keinem der untersuchten Gläser Absorption nachgewiesen werden.

vielen Fällen ist zweifellos auch jenseits 300 μ noch eine merkliche Dispersion vorhanden. Dagegen ist das Bestehen von Dispersion in dem Spektralgebiet zwischen den Schwingungszahlen $\nu = 5 \times 10^9$ und $\nu = 3 \times 10^7$ aus theoretischen Gründen unwahrscheinlich und wird auch durch die vorliegenden Versuche nicht bestätigt. Die Differenzen, welche zwischen den Zahlen der siebenten und achten Spalte bestehen, sind höchst wahrscheinlich auf Beobachtungsfehler zurückzuführen. Diese Unterschiede erreichen nur in zwei Fällen annähernd 4 Prozent, die durchschnittliche Differenz beträgt weniger als 2 Prozent, was durchaus innerhalb der Fehlergrenzen beider Methoden liegt. Im allgemeinen ergeben sich die beobachteten Werte der Dielektrizitätskonstanten für die höhere Schwingungszahl $\nu = 5 \times 10^9$ etwas kleiner. Für die schweren Flintgläser mit hohen Dielektrizitätskonstanten, für welche beide Methoden weniger genau sind, ist, wie zu erwarten war, der Unterschied am größten.

Die in der letzten Horizontalreihe der Tabelle angegebenen Zahlen beziehen sich auf die beobachteten Konstanten des Meßglases. Das Reflexionsvermögen dieser Glassorte für die langwellige Strahlung des Auerstrumpfs und der Quecksilberlampe wurde in der früher beschriebenen Weise zu 18.6 bzw. 19.1 Prozent gemessen und hieraus das Reflexionsvermögen für die gereinigte Quecksilberdampfstrahlung zu 19.3 Prozent berechnet[1]. Der hieraus sich ergebende Brechungsexponent ist $n_1 = 2.57$, also $n_1^2 = 6.60$. Auch die Dielektrizitätskonstante der Glassorte für 10 m lange Wellen wurde an einer Reihe verschiedener Platten nach der LECHERschen Methode bestimmt. Der erhaltene Mittelwert 6.91 stimmt mit dem für kurze Wellen beobachteten $n^2 = 6.85$ befriedigend überein, ist jedoch beträchtlich größer als der aus den optischen Messungen abgeleitete Wert $n^2 = 6.60$. Auch bei dieser Glassorte scheint also noch eine merkliche anomale Dispersion in dem jenseits 300 μ gelegenen Spektralbereich vorhanden zu sein. Das gleiche wurde bekanntlich an der früher untersuchten Spiegelglassorte beobachtet[2].

[1] Vgl. diese Berichte S. 1283 (1916).

[2] Für die früher untersuchte Spiegelglassorte hatte sich die Dielektrizitätskonstante 7.10 für 10 m lange HERTZsche Wellen ergeben; das Reflexionsvermögen für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung betrug 19.9 Prozent, was einer Dielektrizitätskonstanten von 6.81 entspricht.

Ausgegeben am 6. September.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917.
XXXIX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. Oktober. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Nernst las über die unmittelbare Anwendung des neuen Wärmesatzes auf Gase, die durch die neueren Anschauungen der sogenannten »Entartung« ermöglicht ist.

Die von verschiedenen Autoren aufgestellten Zustandsgleichungen über das Verhalten der Gase bei sehr tiefen Temperaturen werden miteinander verglichen und die Möglichkeiten zu ihrer experimentellen Prüfung erörtert. Wünschenswert sind möglichst vergleichbare Messungen über das Verhalten von Wasserstoff, Helium und Neon, und zwar von Wasserstoff besonders in dem Gebiete, in welchem er seine Rotationsenergie verloren und somit den »thermisch einatomigen« Zustand angenommen hat. — Die obigen Ausführungen werden in einer demnächst erscheinenden Monographie »Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes« veröffentlicht werden.

2. Hr. Stumpf legte eine Abhandlung vor: Die Attribute der Gesichtsempfindungen. (Abh.)

Sie behandelt hauptsächlich die seit E. Hering strittige Frage, ob Stärkeunterschiede im eigentlichen Sinne bei den Gesichtserscheinungen vorkommen. Der Verfasser glaubt sie mit G. E. Müller bejahen zu müssen. Daneben werden Qualität und Helligkeit, nicht aber Sättigung, als selbständige Attribute unterschieden. Als Vorfrage wird die Möglichkeit einer subjektiven Analyse sogenannter Mischfarben nach Analogie der Klanganalyse erörtert und im verneinenden Sinne beantwortet.

3. Vorgelegt wurden der Neudruck des 7. Bandes der akademischen Kant-Ausgabe (Berlin 1917), von Hrn. Planck die 5. Auflage seiner Vorlesungen über Thermodynamik (Leipzig 1917) und von Hrn. Diels die Werke von E. Nachmanson, Erotianstudien (Uppsala 1917), eine Vorarbeit für die Ausgabe dieses Autors im Corpus medicorum Graecorum, und von J. Hirschberg, Entwicklungs-Geschichte der augenärztlichen Kunst-Ausdrücke (Berlin 1917).

4. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen haben bewilligt:

die physikalisch-mathematische Klasse für die von den kartellierten deutschen Akademien unternommene Expedition nach Teneriffa

zum Zweck von lichtelektrischen Spektraluntersuchungen als vierte Rate 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Reinhard Dohrn, z. Zt. in Zürich, zur Herausgabe von Bd. 35 der »Fauna und Flora des Golfes von Neapel« 5000 Mark;

die philosophisch-historische Klasse Hrn. W. Schulze zu ostfinnischen Sprachstudien 1500 Mark; für das Kartellunternehmen der Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge 800 Mark; dem Verband deutscher Vereine für Volkskunde für die Sammlung der deutschen Soldatensprache 400 Mark.

Die Akademie hat in der letzten Gesamtsitzung vor den Sommerferien (19. Juli) den emeritierten Professor der Geologie an der Universität Marburg Geheimen Regierungsrat Dr. Emanuel Kayser und den emeritierten Professor der Anatomie an der Universität Tübingen Dr. August von Froriep zu korrespondierenden Mitgliedern ihrer physikalisch-mathematischen Klasse, den Professor der nordischen Philologie an der Universität Lund Dr. Axel Kock und den Professor der deutschen Philologie an der Universität München Dr. Karl von Kraus zu korrespondierenden Mitgliedern ihrer philosophisch-historischen Klasse gewählt.

Seit derselben Sitzung hat die Akademie durch den Tod verloren die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse Hrn. Georg Frobenius am 3. August und Hrn. August Brauer am 10. September, das auswärtige Mitglied derselben Klasse Hrn. Adolf von Baeyer in München am 20. August und das neugewählte korrespondierende Mitglied derselben Klasse Hrn. August von Froriep in Tübingen am 11. Oktober.

Ausgegeben am 15. November.

1917.
XL.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Oktober. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

*Hr. Rubner sprach »Über die Verdauung der Nahrungsmittel bei dem Menschen, im besonderen über die Volksnahrungsmittel aus dem Pflanzenreich«.

Die Gründe für die Verschiedenheiten der Verdauung wurden im einzelnen dargelegt und der Stand der Volksgesundheit im Zusammenhang mit der Kriegsernährung behandelt.

Ausgegeben am 15. November.

1917.
XLI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Oktober. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. ROETHE.

*1. Hr. v. HARNACK sprach über das Thema: Welche Stelle ist der Kirche in ihrer Entwicklung bis zum 4. Jahrhundert innerhalb der Universalgeschichte anzuweisen?

Innerhalb der Universalgeschichte muß das Christentum als Religion und als Kirche seine Stelle auf vier Linien erhalten. Es muß dargestellt werden: (1.) als die universale Vollendung der jüdischen Religion und der Synagoge, zugleich aber als die Antithese zu ihrer partikularen Endgestalt in dem auf das Gesetz beschränkten Judentum, (2.) als die umfassendste und daher siegreiche Form des orientalisch-griechischen Synkretismus im Sinne der Überweltlichkeit der Gottheit, zugleich aber als der Gegenspieler gegenüber allen anderen Formen, (3.) als die tiefste Ausprägung der griechischen Religionsphilosophie (Augustin) im Sinne der Überweltlichkeit des Guten, der Gottheit und des Geistes, zugleich aber als der demokratische Rivale des aristokratischen Neuplatonismus und als die Vollendung des politisch-religiösen Kirchen-Staatsgedankens, (4.) als die Kultgemeinschaft der Jünger Jesu Christi, die trotz ihres jüdischen Ursprungs und trotz aller Beeinflussungen aus der griechisch-römischen Welt eigenartige Grundzüge in der Lehre und im Leben behauptet. — Die Verbindung dieser vier Charaktere, von denen bereits jeder einzelne die universale Bedeutung der Kirche sichert, hebt sie auf die höchste Stufe geschichtlicher Universalität.

2. Hr. DRAGENDORFF legte Bd. 3, Heft 4 der vom Kaiserlichen Archäologischen Institut herausgegebenen Antiken Denkmäler vor (Berlin 1917).

Ausgegeben am 15. November.

1917.
XLII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Stumpf sprach über die Synthese von Vokalen und Instrumentalklängen. (Ersch. später.)

Nach Anleitung der früher beschriebenen Analysen wurden alle deutschen Vokale einschließlich der Umlaute durch ein System von 27 Pfeifen, die durch Interferenzröhren von ihren Obertönen befreit waren, synthetisch dargestellt. Die Naturtreue wurde durch unwissentliche Versuche bestätigt. Die Lage der Formanten und der Einfluß jedes Teiltons konnten bestimmt werden. Auch instrumentale Klänge ließen sich nachbilden.

Ausgegeben am 15. November.

1917.

XLIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. November. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. ROETHE.

1. Hr. NORDEN sprach über das Problem der Etymologie des Germanennamens. (Ersch. später.)

Die neuerdings wieder unternommenen Versuche, den Namen aus dem Lateinischen zu deuten, sind aus sprachlichen und sachlichen Gründen abzulehnen. Der Name ist, wie längst richtig erkannt wurde, keltischen Ursprungs, als solcher ungedeutet. Die sehr frühe Keltisierung des Stammes Germani ergibt sich aus der Stelle des Plinius über die *Oretani-Germani*. Livius hat die Kimbern als *Galli Germani* bezeichnet. Anhangsweise wurde das Germanenepigramm des Krinagoras besprochen: es bezieht sich wahrscheinlich auf die Niederlage des Lollius im Jahre 16 v. Chr. und zeigt einen Typus, der sich bis in die Spätzeit des Altertums verfolgen läßt.

2. Hr. KUNO MEYER legte »Zur keltischen Wortkunde VII« vor. (Ersch. später.)

Die altirischen Personennamen *Adomnān* zu *ad-omnae* 'großer Schrecken', *Bō-guine* = ΒΟΥΦΌΝΟΣ, *Dīmma*, eine Koseform zu *Diarmait*, werden erklärt; altir. *ossud* 'Waffenstillstand' wird zum Verbalstamm *uss-sod-* 'aussetzen' gestellt; *ellscod* 'Inbrunst' aus *en-loscud* abgeleitet usw. Der Sprachgebrauch und Wortschatz von Saltair na Rann, einem irischen Gedichte des 10. Jahrhunderts, wird ausführlich untersucht, mit dem Ergebnis, daß die Sprache einen mehr altirischen Charakter trägt, als man nach STRACHANS 'Verbal System of Saltair na Rann' annehmen mußte.

3. Hr. MORF überreichte die 3. Lieferung des mit Unterstützung der Akademie von E. LOMMATZSCH herausgegebenen Altfranzösischen Wörterbuchs von ADOLF TOBLER (Berlin 1917).

Ausgegeben am 15. November.

1917.
XLIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

1. Hr. Orth las: Zur Nomenklatur der Tuberkulose.

Es wurde die historische Entwicklung der heutigen Nomenklatur der Tuberkulose und ihres Erregers, des Tuberkelbazillus, dargelegt, gezeigt, wie häufig in der ärztlichen Nomenklatur die technische Bedeutung von Worten mit ihrer sprachlichen nicht übereinstimmt, endlich ausgeführt, in welcher Weise unter Erhaltung der jetzt in der ganzen Welt geltenden Bedeutung des Wortes Tuberkulose als Bezeichnung einer durch den Tuberkelbazillus erzeugten Infektionskrankheit die verschiedenen bei dieser Krankheit vorkommenden krankhaften Gewebsveränderungen, insbesondere in den Lungen bei der Lungenschwindsucht, bezeichnet werden können.

2. Hr. Hellmann legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. Adolf Schmidt in Potsdam vor: Über Schwingungen in einem unregelmäßig veränderlichen Kraftfelde. (Ersch. später.)

Es wird die mathematische Theorie der Schwingungen eines Magnets in dem nach Richtung und Stärke regellos schwankenden erdmagnetischen Felde entwickelt, und zwar zunächst für ungedämpfte, dann für gedämpfte Schwingungen. Darauf gestützt wird die Reduktion der beobachteten Schwingungsdauer auf einen konstanten mittleren Zustand des Feldes abgeleitet. Die erhaltenen allgemeinen Resultate werden auf einige besonders wichtige spezielle Fälle angewandt.

Zur Nomenklatur der Tuberkulose.

Von J. Orth.

In letzter Zeit ist die Frage, wie man diejenige Krankheit, welche wir Deutsche als Schwindsucht und insbesondere als Lungenschwindsucht bezeichnen, und wie man die bei ihr entstehenden morphologischen Veränderungen wissenschaftlich benennen solle, von verschiedenen Seiten her erörtert worden, und dabei ist auch auf frühere Äußerungen von mir sowie darauf hingewiesen worden, daß ich meinen Standpunkt geändert habe. Dies veranlaßt mich, auch meinerseits mich von neuem über die Frage zu äußern und meine jetzige Stellung zu ihr darzulegen und zu begründen.

Es ist bei dieser Frage von vornherein zweierlei festzuhalten:

1. daß nicht nur für die Mediziner unter sich, sondern auch für andere Berufsstände, die praktisch dabei interessiert sind, ja für das ganze Volk, das ja kaum bei einer anderen Krankheit so sehr wie bei dieser beteiligt ist, sprachliche Verständigungsmittel, d. h. Worte mit bestimmten Begriffen, vorhanden sein müssen;

2. daß solche auch für die internationale Verständigung, die auch bei der Erforschung und Bekämpfung dieser Krankheit von höchster Wichtigkeit ist, unentbehrlich sind. Wohl scheint es ja augenblicklich so, als ob der tobende Weltkrieg mit seinem Gefolge von Haß und Verunglimpfungen die Verständigung der feindlich einander gegenüberstehenden Völker auch in wissenschaftlicher Beziehung für lange Zeit völlig unmöglich gemacht habe, aber wenn auch die Wissenschaft jeder einzelnen großen Kulturnation ihr nationales Gepräge hat und haben soll, so kann doch gerade die medizinische Wissenschaft, deren Zweck ein allgemein humanitärer ist, vor der nur das Menschentum, nicht die Nationalität des Kranken in Betracht kommt, es nicht ertragen, daß ein Volk oder auch eine Völkergruppe sich wie mit einer chinesischen Mauer von den übrigen abschließt, sondern so sehr auch der persönliche Verkehr der Vertreter der nationalen Wissenschaft der jetzt verfeindeten Völker noch auf lange Zeit gestört bleiben mag, die Wissenschaft als solche kann der internationalen Beziehungen nicht entbehren, und es dürfen die Vertreter einer Nation nicht eine wissen-

schaftliche Sprache reden, welche die anderen nur schwer oder gar nicht verstehen.

In beiden Beziehungen, also in bezug auf das eigene Volk wie in bezug auf die anderen Nationen, wird man immer daran festhalten müssen, daß unsere nationale wie unsere internationale technische Sprache etwas historisch Gewordenes ist und daß man nicht leichtherzig versuchen darf, Bezeichnungen, die allgemein angenommen sind und mit denen allgemein ein ganz bestimmter Begriff verbunden worden ist, durch andere zu ersetzen, welche eine derartige allgemeine Geltung nicht besitzen und deren begriffliche Bedeutung keine allgemein gleiche ist.

Die nationale wie die internationale medizinische Sprache beruht auf griechisch-lateinischer Grundlage, es ist aber an sich ganz gleichgültig, ob die jetzt gebräuchlichen Ausdrücke sprachlich richtig gebildet sind und ob ihre sprachliche Bedeutung sich mit der jetzigen deckt, denn nicht auf das Wort kommt es an, sondern auf den Begriff, den wir mit ihm verbinden. Das gilt vor allem für die volkstümlichen Bezeichnungen, da der Mehrzahl des Volkes die Ableitung der Worte gar nicht bekannt und verständlich ist, so daß ihr selbst eine völlige Verschiedenheit der sprachlichen und der begrifflichen Bedeutung eines Wortes gar nicht zum Bewußtsein kommt und kommen kann. Das gilt freilich nicht nur für den humanistisch nicht vorgebildeten Teil des Volkes, sondern auch für die aus humanistischen Gymnasien hervorgegangenen Akademiker; auch wer auf dem Gymnasium Griechisch gelernt hat, kennt in den wenigsten Fällen die sprachliche Ableitung der technischen Ausdrücke, sondern muß genau so die Bedeutung der Worte sich merken wie der Realgymnasiast, der nie Griechisch getrieben hat.

Ein schlagendes Beispiel für die Unbekanntheit des Grundwortes und die Begriffsänderung des abgeleiteten Wortes bietet das Wort Cirrhose. Sooft ich auch gefragt habe, ich habe noch keinen jungen Studenten gefunden, der das Wort κιρρός vom Gymnasium her kannte und wußte, daß es blaßgelb bedeutet. Mit Cirrhose ist ursprünglich eine mit Gelbfärbung einhergehende Leberveränderung bezeichnet worden, heute findet das Wort auf die verschiedensten Organe Anwendung, wenn Schrumpfung mit Bindegewebsneubildung vorhanden ist, seine Beziehung zu einer Gelbfärbung hat es völlig verloren; niemand aber wird es gelingen, es seiner heutigen Bedeutung, die mit der sprachlichen nicht das geringste mehr zu tun hat, wieder zu entkleiden.

In diesem Beispiel handelt es sich nicht um eine nosologische, um eine Krankheitsbezeichnung, sondern um eine symptomatische,

um Bezeichnung einer Krankheitserscheinung, die bei verschiedenen Krankheiten vorkommen kann.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei dem Wort Diphtherie (oder, wie es ursprünglich lautete, Diphtheritis). Es hatte einen rein morphologischen Sinn, wie sowohl aus seiner Ableitung von ΔΙΦΘΈΡΑ abgezogenes Fell, also Haut, als auch von dem Zusatz, den sein Taufpate, Bretonneau, ihm gab: diphthérite ou inflammation pelliculaire, sich deutlich ergibt. Allmählich ist das Wort Diphtherie eine reine Krankheitsbezeichnung geworden, denn wir verstehen darunter heute eine eigenartige Infektionskrankheit, die durch einen Mikroorganismus, welcher nach dieser Krankheitsbezeichnung Diphtheriebazillus benannt worden ist, erzeugt wird. Die Beziehung zu der Hautbildung, zur Diphthera, ist nicht ganz verlorengegangen, aber der Bazillus heißt Diphtheriebazillus, auch wenn er nicht in einer krankhaften häutigen Bildung sich befindet oder aus einer solchen stammt, und wir sprechen von der Krankheit Diphtherie, auch wenn gar keine Hautbildung, sondern vielleicht nur eine in nichts eigenartige katarrhalische Schleimhautveränderung vorhanden ist, vorausgesetzt, daß Diphtheriebazillen sie erzeugt haben. Es gibt also eine Diphtherie ohne Diphthera, eine häutige Bräune, um deutsch zu reden, ohne häutige Bildung, — das was die Infektionskrankheit Diphtherie kenntlich macht, ist nicht die Anwesenheit einer Inflammation pelliculaire, sondern die Wirkung einer besonderen Ursache, des Diphtheriebazillus. Hier haben wir auch ein Beispiel einer ärztlichen Bezeichnung, die in die Volkssprache übergegangen ist, und niemand wird imstande sein, die Worte Diphtherie, Diphtheriebazillen, Diphtherieheilserum aus unserer Sprache demnächst wieder zu entfernen.

Fast genau so wie mit dem Worte Diphtherie verhält es sich auch mit dem Worte Tuberkulose. Nicht nur die Ärzte der ganzen Welt sprechen von der Tuberkulose als einer Infektionskrankheit von eigenartigem Charakter und eigenartiger Ursache, sondern auch die Laien; es gibt in fast allen Kulturländern Gesellschaften verschiedener Art und verschiedener Organisation, welche sich mit der Tuberkulose beschäftigen und danach benennen; wir haben selbst heute noch eine internationale Vereinigung gegen die Tuberkulose, und überall richtet sich ein Teil des Kampfes gegen die Tuberkulose hauptsächlich gegen die Erreger dieser Krankheit, die Tuberkelbazillen. Kann jemand im Ernste glauben, daß es gelingen könne, diese Worte mit dieser Bedeutung aus der nationalen und internationalen Nomenklatur wieder zu entfernen? Die Frage stellen heißt sie beantworten. Es bleibt uns gar nichts anderes übrig, als uns mit der feststehenden Tatsache abzufinden, und darum habe auch ich mich schon lange ihr

gebeugt, obwohl ich nicht verkenne, wieviel man dagegen einwenden kann. Auch in unserer wissenschaftlichen Sprache müssen wir die Folgerungen aus dieser Tatsache ziehen, so unbequem dies auch in vieler Beziehung scheinen mag.

Was die Krankheitsbezeichnung Tuberkulose betrifft, so hatte das Wort ursprünglich einen rein morphologischen Sinn und bedeutete, daß knötchenartige Gebilde, Tuberkel, als Krankheitserzeugnisse vorhanden waren. Das Wort Tuberkel ist seit alter Zeit in rein beschreibendem Sinne gebraucht worden und wird auch heute noch z. B. in der Anatomie (Tuberculum mentale, T. pubicum usw.) in solchem Sinne gebraucht, in der Pathologie aber erhielt es seit der Wende des 18. zum 19. Jahrhundert immer mehr eine spezifische, eigenartige Bedeutung, besonders als man den Ausdruck Miliartuberkel für die kleinen Gebilde einführte, die man, wie besonders VIRCHOW betonte, als Gewebsneubildungen von eigenartiger Zusammensetzung und Entstehung mit Neigung zum Absterben (Verkäsung) zu betrachten habe. Die Eigenart des Tuberkels war danach also wesentlich durch seine geweblichen Verhältnisse gegeben, immerhin wurde doch auch noch die äußere Form, das Knötchenförmige, berücksichtigt, wie sich aus dem Vergleich mit einem Hirsekorn (milium) ergibt. Es ist dabei gleichgültig, ob das Vergleichsobjekt etwas zu groß ist, das Wesentliche ist, daß es sich um ein kugeliges Gebilde handelt.

In dieser Beziehung hat aber der Begriff des Wortes Tuberkel, Knötchen, den ersten Stoß erhalten, denn wenn es auch kugelige Tuberkel gibt, an serösen Häuten, in Milz, Lymphdrüsen usw., so braucht man doch nur einmal mit Tuberkeln besetzte Gefäße der weichen Hirnhaut und Gehirnrinde mikroskopisch anzusehen, um sich zu überzeugen, daß die meisten Gefäßtuberkel gar keine Kügelchen, sondern spindelige, halbspindelige, zylinderförmige, die Gefäße manchmal auf größere Strecken hin umscheidende Gebilde darstellen, so daß also auch hier schon die sprachliche und begriffliche Bedeutung des Wortes gar nicht mehr miteinander übereinstimmen.

Vollständig verlor das Wort diese sprachliche Bedeutung, als sich herausstellte, daß es an zahlreichen Orten den Tuberkeln gleichwertige, gleich zusammengesetzte und gleich sich in ihrem Verlauf verhaltende Gewebsneubildungen gibt, welche nicht Knotenform haben, sondern eine unregelmäßige Gestalt und Ausdehnung besitzen. Als man hier von diffuser Tuberkulose oder tuberkulöser Gewebsbildung sprach, da hatte man schon die ursprüngliche Bedeutung des Wortes sich verflüchtigen lassen, da hatte man schon die Tuberkulose ohne Tuberkel. Zunächst freilich entbehrte die Annahme einer diffusen Tuberkulose, wie sie LAËNNEC für die Lunge machte, der histologischen

Begründung, sie bezog sich überhaupt nicht auf die frische Wucherung, sondern wurde mit der Anwesenheit von Käsemasse begründet, die Laënnec, wie noch viele Forscher nach ihm, irrtümlicherweise als das Kennzeichnende der Tuberkulose ansah. So sprach man nicht nur von Tuberkulose, wo Tuberkel waren, sondern überall da, wo käsige Massen sich zeigten, und gelangte so zur Tuberkulisation von Eiter, von Geschwulstgeweben usw.

Es war zweifellos ein großes Verdienst von Virchow, diesen Irrtum aufgeklärt zu haben: nicht der Käse als solcher ist nach ihm das Kennzeichen für Tuberkulose, sondern nur der aus Tuberkeln hervorgegangene. Nun spielt bei der Lungenschwindsucht Käsebildung, Absterben und Erweichung eine sehr große Rolle. Laënnec erklärte, all dieser Käse sei gleichen Ursprungs, aus tuberkulöser Gewebswucherung hervorgegangen, entzündliche Vorgänge spielten dabei keine Rolle, während Virchow zeigte, daß der bei weitem größte Teil dieser Käsemasse aus entzündlichem Exsudat hervorgehe, so daß in der schwindsüchtigen Lunge zwei in Käsebildung ausgehende Prozesse vorkämen, die Tuberkulose — ein gewebserzeugender Prozeß — und die käsige Lungenentzündung, bei welcher ein in die Alveolen abgeschiedenes Exsudat mitsamt den Alveolarwandungen verkäst (käsige Pneumonie). Für Virchow hatte dieser käsige Entzündungsprozeß mit Tuberkeln und also auch mit Tuberkulose nichts zu tun, er rechnete ihn zu den skrofulösen Erkrankungen und kam so, obwohl er die von vielen schon angenommenen innigen Beziehungen zwischen Skrofulose und Tuberkulose nicht ganz ablehnte, für die Lungenschwindsucht zu einer Dualitätslehre gegenüber der Unitätslehre Laënnecs: für diesen gab es nur eine, und zwar tuberkulöse Phthise, für jenen zwei, eine tuberkulöse und eine entzündliche (skrofulöse). Dieser Widerstreit betrifft, wohlgemerkt, nur die formale Genese der Lungenschwindsucht und ist in diesem Sinne zweifellos zu Virchows Gunsten entschieden.

Nun kam aber ein neues Element in die Betrachtungen hinein durch Villemins Nachweis der Übertragbarkeit der Tuberkulose auf Tiere. Es zeigte sich bald, daß zwar nicht jeder Käse, aber doch sowohl der aus tuberkulöser Gewebswucherung als auch der aus Produkten der Skrofulose hervorgegangene bei geeigneten Tieren die gleiche tuberkulöse Erkrankung hervorruft, und nicht nur der Käse, sondern auch seine Vorstufen, die jungen unverkästen Tuberkel, das frische, noch unverkäste Exsudat. Wenn aber zwei Gebilde trotz verschiedener Zusammensetzung einen übertragbaren krankmachenden Stoff enthalten, der bei Tieren die gleiche Erkrankung erzeugt, so müssen sie nosologisch zusammengehören, müssen Teilerscheinungen ein und derselben ansteckenden Krankheit sein. Die experimentell erzeugte Krankheit ist auch im

formalen Sinne eine Tuberkulose, sie kann durch menschliche Tuberkel erzeugt werden, nichts lag näher, als daß man den Ausdruck Tuberkulose für die Gesamtkrankheit anwendete und zu dieser auch jene exsudativkäsigen Vorgänge, die käsige Pneumonie, rechnete, welcher demnach die Eigenschaft zukommt, tuberkulös zu sein, nicht weil, wie Laënnec meinte, ihr Käse aus tuberkulöser Gewebsbildung hervorgeht, sondern weil sie dieselbe kausale Genese besitzt wie diese. Jetzt gab es also erst recht eine Tuberculosis sine tuberculo, aber das ist ja nichts Unerhörtes, spielt doch schon lange in der Medizin die Scarlatina sine exanthemate, der Scharlach ohne Scharlachröte der Haut, eine Rolle, haben wir doch schon eine Diphtherie ohne Diphthera kennen gelernt. Das Gebiet der nun als Infektionskrankheit erkannten Tuberkulose ist eben ein ausgedehnteres als das Gebiet der Tuberkelbildung, und wenn auch bereits die histologischen Untersuchungen gezeigt hatten, daß auch dieses ein ausgedehnteres ist als noch Virchow glaubte, und daß es weit in das Bereich der skrofulösen Erkrankungen hinüberreicht, so war es doch hauptsächlich die experimentelle Pathologie, welche uns zwang, die Grenzen der Infektionskrankheit immer weiter hinauszustecken und schließlich — wie Cohnheim[1] die Lehre formuliert hat — all das zur Tuberkulose zu rechnen, wodurch man geeignete Tiere tuberkulös machen kann.

Virchow[2] machte den Anhängern der neuen Anschauung zu Unrecht den Vorwurf, es sei die Gewohnheit entstanden, jedes krankhafte Produkt, bei dem sich der Krankheitserreger fand, Tuberkel zu nennen, denn weder Cohnheim, der zuerst im Jahre 1879 die Grenzen der Infektionskrankheit Tuberkulose im heutigen Sinne scharf umschrieb, hat sich einen solchen logischen Fehler zuschulden kommen lassen, noch habe ich, der ich ebenfalls, schon vor Cohnheim, im Anschluß an Experimente über Fütterungstuberkulose[3] die Tuberkulose als eine Infektionskrankheit mit eigenartiger Ursache erklärt habe, es unterlassen, die bei meinen Versuchstieren in den Lungen neben Tuberkeln gefundenen entzündlichen Hepatisationen scharf von den Tuberkeln zu unterscheiden. Dabei bin ich auch später geblieben, und in allen Lehrbüchern der pathologischen Anatomie findet sich bis in die neueste Zeit die alte Definition des Tuberkels erhalten. Demgegenüber will es nichts besagen, daß ein neuerer Autor, der auch sonst eine Sonderstellung einnimmt, Kronberger[4], isolierte Miliarknötchen der Lungen,

[1] Cohnheim, Die Tuberkulose vom Standpunkte der Infektionslehre, Akad. Festschrift, 1879.
[2] Virchow, sein Archiv 159. 1900.
[3] Orth, Virch. Arch. 76, 1879.
[4] Kronberger, Beitr. z. Klin. d. Tub. 33, 1915.

die sich aus mit zellig-serösem Exsudat erfüllten Alveolen aufbauen und verkäsen, als echte käsige Miliartuberkel zu bezeichnen vorschlägt, und sie als exsudiv käsige bzw. intraalveoläre (Miliar-) Tuberkel den fibrocellulären bzw. interstitiellen — das sind eben die echten Tuberkel — gegenüberstellen will, denn man kann voraussagen, daß er damit keinen Anklang finden wird. Nicht das Wort Tuberkel hat durch die neue Anschauung eine Änderung seines Begriffes erfahren, sondern nur das Eigenschaftswort tuberkulös, welches nun nicht mehr bedeutet »mit Tuberkelbildung verbunden«, sondern »zu der Krankheit Tuberkulose gehörig«. Nicht mehr an den Tuberkeln erkennt man die Krankheit, sondern an ihrer eigenartigen Ursache.

Immerhin hat man zunächst mit dem Worte Tuberkel noch insofern einen spezifischen Begriff verbunden, als man annahm, sie kämen mit ihrem eigenartigen Bau und Verlauf nur dieser einen Krankheit, der Tuberkulose, zu. Es kann aber heute nicht mehr bezweifelt werden, daß ganz gleich gebaute und ganz gleich sich verhaltende Knötchen auch bei anderen Infektionskrankheiten, z. B. Syphilis, Lepra, sich finden, so daß auch dadurch der Tuberkel seiner diagnostischen Bedeutung für die Krankheit Tuberkulose entkleidet ist. Unter diesen Umständen wäre es gewiß am besten, auf das Wort Tuberkel im eigenartigen Sinne überhaupt zu verzichten und es durch eine Bezeichnung zu ersetzen, die sich auch insofern unserer übrigen Nomenklatur für Gewebsneubildungen anschließt, als sie nicht von einer äußeren Form, sondern von dem inneren Bau hergenommen ist, indem sie die neugebildete Gewebsart angibt. Diese gleicht aber dem bei der Wundheilung entstehenden sogenannten Granulationsgewebe, so daß die Bezeichnung Granulom durchaus geeignet erscheint, die von Virchow (Krankhafte Geschwülste, 1864—1865) herrührt, aber freilich nur für Syphilis, Lepra und Rotz von ihm angewendet wurde, nicht für die Tuberkulose, die er den lymphatischen Geschwülsten zurechnete. Nur den Lupus, den wir schon lange aus formalen wie aus kausalen Gesichtspunkten als Tuberkulose betrachten, den aber Virchow von dieser trennte, handelte er bei den Granulomen ab, so daß für ihn diese Bezeichnung auch historisch berechtigt ist.

War aber der Tuberkel nicht mehr das Kennzeichnende der Tuberkulose, so hatte auch dieses Wort eigentlich seine Berechtigung verloren, ich erklärte deshalb im Jahre 1881[1], ich würde es für einen Fortschritt halten, wenn man sich allgemein entschließen könnte, das Wort Tuberkulose ganz fallen zu lassen und statt dessen für die Krankheit ein anderes zu gebrauchen, aus dem man dann mittels der Endsilbe om

[1] Orth, Berl. Klin. Woch. 1881, Nr. 42.

in ähnlicher Weise eine Bezeichnung für die durch die Krankheit zuweilen erzeugten Knötchen herstellen könnte, wie es bei der Syphilis (Syphilom) geschehen ist. Sollte sich, so fuhr ich fort, herausstellen, daß wirklich, wie es den Anschein hat, zwischen der Skrofulose und Tuberkulose so enge Beziehungen bestehen, wie manche meinen, so würden sich vielleicht die Bezeichnungen Skrofulose und Skrofulom empfehlen. Ich ging dabei von der Ansicht aus, daß die Zeit gekommen sei, von der VIRCHOW in seiner Geschwulstlehre gesagt hatte, vielleicht werde man späterhin wieder dazu kommen, die Tuberkulose einfach als heteroplastische oder metastatische Skrofulose anzusehen. Das wäre ja in dem Worte Skrofulom ganz wohl zum Ausdruck gekommen, wenn ich auch jetzt den Ausdruck skrofulöses Granulom vorziehen würde. Aber das ist eine Sache für sich, die Hauptsache ist, daß sich tatsächlich die wesentlichsten sogenannten skrofulösen Veränderungen als wesenseins mit den bisher sogenannten tuberkulösen erwiesen haben, und so wäre doch vielleicht meine Anregung durchgedrungen, wenn nicht bereits im nächsten Jahre der Erreger der Krankheit bekannt gemacht und Tuberkelbazillus benannt worden wäre.

Die Pathologie der Infektionskrankheit Tuberkulose war in ihren Grundzügen schon vorher fertig, anatomisch und experimentell im großen und ganzen klargestellt, es bestand nur noch eine große Unbekannte, das Virus tuberculosum, in dem man einen Mikroparasiten vermutete, aber noch nicht nachgewiesen hatte. Auch das würde keine Schwierigkeiten gemacht haben, das Virus tuberculosum in Virus scrofulosum umzutaufen, war doch schon Ende des 18. Jahrhunderts ein solches ein wissenschaftlicher Streitgegenstand. Auf Grund eines Preisausschreibens der Kaiserlichen Akademie der Naturforscher, in dem u. a. verlangt wurden signa diagnostica certissima, quibus virus scrofulosum ... cognoscatur, hat das langjährige Mitglied unserer Akademie, C. W. HUFELAND, ein Werk über Skrofulose verfaßt[1], in welchem er dartat, daß bei der Skrofelkrankheit unter Umständen, besonders wenn »skrofeligte Lungengeschwüre« sich entwickelt hätten, ein Contagium entstehen könne, welches nichts weniger als flüchtig sei, sondern durch Berührung, und zwar genauen und fortgesetzten Umgang anderen Menschen mitgeteilt werden und bei diesen gewisse Formen skrofulöser Veränderungen, unter denen auch Geschwüre angeführt werden, erzeugen könne. Mag auch HUFELAND angenommen haben, daß dieses fixe Contagium erst durch die Skrofelkrankheit erzeugt werde, so kann doch kein Zweifel darüber bestehen, daß sein Con-

[1] C. W. HUFELAND, Üb. d. Natur, Erkenntnis u. Heilart d. Skrofel-Krankheit. 1795.

tagium die innigsten Beziehungen zu dem Virus tuberculosum der neuen Lehre hatte und daß man unbedenklich statt Virus tuberculosum hätte Virus scrofulosum setzen können — wenn eben mein Vorschlag betreffs Bezeichnung der Krankheit angenommen gewesen wäre.

Aber er war noch nicht angenommen, als R. Koch mit seiner Entdeckung des schon lange gesuchten parasitären Mikroorganismus hervortrat[1]; noch war nicht Skrofulose, sondern Tuberkulose das Nomen morbi, was lag für Koch näher und war geradezu selbstverständlicher, als daß er an Stelle des Wortes Virus das Wort Bazillus setzte und seinen Parasiten Bacillus tuberculosus oder vielmehr — in deutschem Gewande — Tuberkelbazillus nannte! Freilich wäre das längere Wort Tuberkulosebazillus richtiger gewesen — sprechen wir doch auch nicht von einer Gummi- oder Syphilomspirochaete, sondern von einer Syphilisspirochaete —, aber auch hierbei hat er eine Überlieferung gehabt, denn Klebs hat schon im Jahre 1873 das Wort Tuberkelgift geprägt[2], allerdings mit dem Zusatz sit venia verbo. Schließlich kommt das Recht des Namengebens dem Entdecker zu, wenn er dabei nicht andere Rechte verletzt, und wie oft ist schon pars pro toto genannt worden.

Zweifellos hatte Virchow recht, wenn er sagte, der gewählte Name sei nicht ein botanischer, sondern ein nosologischer, aber er hatte unrecht, wenn er meinte, dadurch sei die Gewohnheit entstanden, die Krankheit, welche sie (nämlich tuberkelbazillenhaltige Produkte) hervorbrachte, Tuberkulose zu nennen. Das Umgekehrte ist der Fall. Nicht ist, wie er meint, das Krankheitsprodukt, auch wenn es keine Knötchen bildet, z. B. bei der käsigen Pneumonie, nach dem Bazillus bezeichnet worden, sondern der Name für die Krankheit und ihre Produkte war schon vorhanden, und nach ihm ist die Benennung des Erregers gebildet worden. Gewiß kann man auf dem anderen, umgekehrten Wege zu einer guten Nomenklatur gelangen, wie das von Virchow angezogene Beispiel (Aktinomyces-Aktinomykose) zeigt, aber einerseits lag dabei tatsächlich die Sache so, daß erst der Aktinomycespilz entdeckt und dann das Krankheitsbild der Aktinomykose festgestellt wurde, und anderseits kann es doch auch bei solchem Vorgehen Schwierigkeiten geben, wie die Trichinose beweist. Auch bei ihr wurde zuerst der Parasit gefunden und zoologisch Trichina spiralis genannt, dann erhielt die durch den Parasiten erzeugte Krankheit den Namen Trichinose. Diesen wird sie behalten, in der Volkssprache wie in der ärztlichen, obgleich die Zoologen den

---

[1] R. Koch, Berl. Klin. Woch. 1882, Nr. 15.

[2] Klebs. Arch. f. exp. Pathol. I, 163, 1873.

Namen Trichina als zu Unrecht verliehen erklärten und durch die Bezeichnung Trichinella ersetzt haben. Jetzt ist also Trichinose die durch Trichinella spiralis erzeugte Krankheit, der naturwissenschaftliche Name des Erregers ist nicht mehr die Grundlage der Krankheitsbezeichnung.

Im übrigen steht der Tuberkelbazillus in seiner nosologischen Bezeichnung nicht vereinzelt da; beim Diphtheriebazillus, beim Rotzbazillus haben wir die gleichen Verhältnisse. Wie bei der Diphtherie die Krankheitsbezeichnung keine kausale ist und nur einen Teil der Krankheitserscheinungen berücksichtigt, habe ich schon vorher erwähnt, beim Rotz liegen die Verhältnisse ganz ähnlich, nur daß hier, gerade umgekehrt wie bei der Tuberkulose, die Granulombildungen bei der Namengebung ganz unberücksichtigt blieben und einzig ein Teil der entzündlich-exsudativen Vorgänge, die eiterige Absonderung der Nasenschleimhaut, als maßgebend genommen worden ist.

Also bei der Tuberkulose steht weder die geltende Bezeichnung der Krankheit noch die ihres Erregers vereinzelt da, und so dürfte denn wohl dieser seinen Namen Tuberkelbazillus behalten, als auch wahr werden, was ich gelegentlich eines Referates über die Wirkung der Tuberkelbazillen, das ich der Deutschen Pathologischen Gesellschaft im Jahre 1901 erstattete[1], gesagt habe: »Die Krankheit hat man in neuerer Zeit Tuberkulose genannt, und sie wird diesen Namen behalten, soviel man auch dagegen einzuwenden haben mag«. Der Bazillus trägt ja auch noch einen anderen Namen, der eher als botanischer gelten könnte, nämlich Bacillus Kochii, aber da KOCH noch mehr Bazillen entdeckt hat, so müßte man doch wieder zur Unterscheidung des hier in Frage stehenden vom KOCHschen Tuberkelbazillus sprechen, würde damit also einen Vorteil nicht erreichen.

Jedenfalls sollte man unter obwaltenden Umständen die Bezeichnung der Krankheit als Tuberkulose und ihres Erregers als Tuberkelbazillus als feststehende Tatsache hinnehmen und nun den Grundsatz walten lassen: quieta non movere.

Wie schwer es hält, eine zweifellos unrichtige und ungeeignete Bezeichnung, wenn sie einmal eingebürgert ist, wieder zu entfernen, selbst wenn man eine durchaus einwandfreie an ihre Stelle setzen kann, zeigt das Wort Follikel, als Bezeichnung kleinster kugeliger Anhäufungen lymphatischen Charakters, das in seiner falschen Bedeutung auch in der Nomenklatur der Tuberkulose eine Rolle spielt, besonders in Frankreich, wo man z. B. beim Fehlen von Tuberkeln von Bacillotuberculose non folliculaire gesprochen, also den Ausdruck Tu-

[1] ORTH, Verhandl. d. Deutsch. Path. Ges. IV, 30, 1902.

berkel durch Follikel ersetzt hat, wegen der Ähnlichkeit, welche junge Tuberkel mit den als Lymphfollikel bezeichneten knötchenförmigen Bildungen des lymphatischen Apparates besitzen. Folliculus bedeutet aber Säckchen, auch Hülse, jedenfalls ein Hohlgebilde, während doch weder die Tuberkel noch die lymphatischen Gebilde eine Höhle enthalten, sondern durchweg feste Gebilde sind. Trotzdem die Anatomen schon vor Jahren beschlossen haben, den Ausdruck Lymphfollikel auszumerzen und durch den durchaus zutreffenden »Lymphknötchen« zu ersetzen, ist doch der Lymphfollikel bisher noch nicht aus der ärztlichen Sprache hinauszubringen gewesen.

Der Versuch, in der Tuberkulosenomenklatur eine grundlegende Umänderung vorzunehmen, ist also von vornherein sehr wenig aussichtsvoll, er ist zwecklos, wenn man nicht eine einwandfreie Bezeichnung vorschlagen kann. Das ist aber bei dem jüngsten Vorschlage Aschoffs[1], das Wort Tuberkulose durch Phthise zu ersetzen, den Tuberkelbazillus als Bacillus phthisicus zu bezeichnen, nicht der Fall. Das Wort Phthise hat ja den Vorzug, uralt zu sein, denn es findet sich schon als geläufiges Wort bei Hippokrates, und zwar mit dem Grundbegriff: Auszehrung. Wenn auch nicht alle als phthisisch bezeichnete Krankheiten der hippokratischen Schriften in das Gebiet unserer Tuberkulose hineingehören, so doch zweifellos der erheblichste Teil, vor allem die so bezeichneten Erkrankungen der Lungen. Die Angabe in den Aphorismen φθίσις γίνεται μάλιστα ἀπὸ ὀκτωκαίδεκα ἐτέων μέχρι πέντε καὶ τριήκοντα ist sicherlich nicht mit Unrecht so übersetzt worden: Lungenschwindsucht entsteht vorzüglich in dem Alter von 18 bis zu 35 Jahren (Grimm-Lilienhain). Aber ist Lungenschwindsucht und die hippokratische Phthise gleichbedeutend mit unserer Lungentuberkulose? Sicherlich nicht. Eine akute disseminierte Miliartuberkulose der Lungen wird gewiß niemand Lungenschwindsucht nennen wollen. Auch Aschoff gibt zu, daß sie keine Phthise der Lungen sei, meint aber, sie sei doch Symptom einer anderwärts bestehenden Phthise und sei mindestens ein Glied in der Kette jener Prozesse, die unter gewissen Bedingungen zur Lungenschwindsucht führen kann. Zweifellos gibt es gelegentlich Übergänge von der frischen Knotenbildung zu wirklichem Gewebsschwund in Form von Verkäsung und Höhlenbildung infolge von Erweichung des Käses, aber solange diese Kette von Übergängen noch nicht zu Ende ist, solange ist eben auch noch keine Schwindsucht, keine Phthise vorhanden, und erst recht nicht, wenn man nicht nur den örtlichen Vorgang, sondern auch den Allgemeinzustand beachtet. Soll man ein wohlgenährtes Kind, das im Anschluß an eine ganz umschriebene

[1] Aschoff, Ztschr. f. Tub. XXVII, 28, 1917.

Lymphdrüsentuberkulose an akuter allgemeiner Miliartuberkulose leidet, oder ein Kind, das von einer tuberkulösen Mittelohrerkrankung aus eine tuberkulöse Meningitis bekommen hat, phthisisch, schwindsüchtig nennen? Tuberkulös sind sie beide, aber doch nicht schwindsüchtig.

Und sollen wir vergrößerte tuberkulöse Lymphdrüsen, die eine rein lokale Erkrankung hyperplastischer Art darstellen, phthisisch nennen, sollen wir sagen, ein an solcher lokaler Tuberkulose leidender Mensch sei schwindsüchtig, habe die Auszehrung? Dazu könnte ich mich nicht entschließen. Gegen solches Vorgehen hat sich schon VIRCHOW von seinem Standpunkt aus erklärt mit den Worten: »Nachdem wir sie (nämlich die lokale Tuberkulose) kennen, fällt es kaum jemand ein, die lokale Tuberkulose ohne weiteres Phthise zu nennen«. Tuberkulose liegt hier vor, auch wenn es sich um sogenannte skrofulöse Lymphdrüsen handelt, aber keine Phthise, darum kann ich überhaupt nicht zustimmen, Phthise als gleichbedeutend mit Tuberkulose anzunehmen, denn die Tuberkulose ist das Allgemeinere, Phthise das Besondere, nur ein Teil jener. Der Hinweis ASCHOFFS auf die neuerdings gebräuchliche Gleichstellung der Worte Syphilis und Lues ist auch nicht durchschlagend, denn auch in bezug auf sie hat kein Geringerer als VIRCHOW Widerspruch erhoben mit den Worten: »Niemand wendet den Namen Lues auf jede syphilitische Lokalaffektion an; es wäre das auch eine nicht geringe Gefahr für das Verständnis: man müßte dann einen Ersatz durch ein neues Wort für Lues suchen«.

Es kommt aber noch ein weiterer, bei der Syphilis fehlender Umstand hinzu, der es verbietet, gerade bei der Lunge Tuberkulose durch Phthise zu ersetzen, das ist der Umstand, daß die Zerstörung der Lunge bei der Lungenschwindsucht in der Regel nicht nur durch Tuberkelbazillen, sondern unter Mitwirkung noch anderer Mikroorganismen vor sich geht. Es gibt keine Lungenschwindsucht ohne Tuberkelbazillen, darum ist die Bezeichnung Tuberkulose niemals falsch, wenn auch vielleicht nur richtig nach dem Grundsatz: a potiori fit denominatio, aber die Bezeichnung Phthisis pulmonum schließt in der Regel den Begriff ein: Mischinfektion, paßt also nicht für eine reine Tuberkelbazillenerkrankung, wie sie nicht für eine ohne Schwund von Lungengewebe einhergehende Erkrankung paßt.

Mit der Ablehnung des Vorschlages, die Krankheitsbezeichnung Tuberkulose durch die Bezeichnung Phthise zu ersetzen, fällt natürlich auch ihre Folgerung, den Tuberkelbazillus in Bac. phthisicus umzutaufen, was ja auch den Einwand gar nicht entkräften würde, daß es sich nicht um einen botanischen, sondern um einen nosologischen Namen handelte. Im übrigen erscheint es wohl verständlich, daß

eine tuberkulöse Meningitis durch den Tuberkelbazillus erzeugt wird, weniger verständlich wäre ihre Erzeugung durch einen Phthisebazillus.

Alle seitherigen Ausführungen beziehen sich zunächst auf die Gesamtkrankheit, deren Einheit und Eigenartigkeit in dem Virus tuberculosum, dem jetzigen Tuberkelbazillus, gegeben ist. Dieser ätiologischen Einheit steht die Vielgestaltigkeit der durch den Tuberkelbazillus hervorgerufenen Prozesse, vor allem derjenigen in den Lungen, gegenüber, bei deren Benennung man nun nicht mehr auf die Volkssprache Rücksicht zu nehmen hat, sondern lediglich dem ärztlichen Bedürfnis Rechnung tragen muß. Seit fast 40 Jahren habe ich mich bemüht, klarzustellen, daß man zwei Hauptgruppen von Veränderungen unterscheiden müsse, exsudativ-entzündliche einerseits, produktive, Granulationswucherungen anderseits.

Es hat zu erheblicher Verwirrung in der Nomenklatur geführt, daß man auch die granulomatösen Prozesse entzündliche genannt und demgemäß von einer Ureteritis, Bronchitis, Peribronchitis, Lymphadenitis tuberculosa bzw. caseosa gesprochen hat. Kein Mensch weiß genau zu sagen, was nach allgemeiner Übereinstimmung Entzündung ist, denn eine solche Übereinstimmung gibt es nicht, also vermeide man das Wort da, wo die Übereinstimmung fehlt, wie eben in bezug auf die Granulationsgeschwülste, beschränke seinen Gebrauch vielmehr auf jene Fälle, wo eine Übereinstimmung besteht, wie das bei den exsudativen Vorgängen doch unzweifelhaft der Fall ist.

Jede Gruppe von Veränderungen kann für sich allein vorkommen, meistens sind sie miteinander verbunden, häufig derart, daß man nur mikroskopisch den Anteil jeder einzelnen Gruppe an den Gesamtveränderungen feststellen kann. Da beide Gruppen von Veränderungen dieselbe Ursache haben, da beide zu der Krankheit Tuberkulose hinzugehören, so haben auch beide den Anspruch auf die Bezeichnung tuberkulös, welche, wie vorher dargelegt, nur bedeutet, zur Krankheit Tuberkulose hinzugehörig, aber keinerlei Beziehung mehr zu den kleinen Granulomen, den Tuberkeln, hat. Bei der tuberkulösen Meningitis sind also sowohl das in den Maschen liegende Exsudat als auch die hauptsächlich an den Gefäßen sitzenden Granulome tuberkulös, aber nur die letzten sind Tuberkel. Aschoff will den Ausdruck tuberkulös für die produktiven Prozesse reserviert haben, muß aber dabei schon die Beziehung zu den Tuberkeln als Knötchen aufgeben, denn er will »ruhig von einem diffusen tuberkulösen Granulationsgewebe, dem also die knötchenförmige Anordnung fehlt, sprechen«. Wenn er also hier von der morphologischen Definition dessen, was tuberkulös, knötchenförmig ist, abweicht und eine Tuberkulose ohne Tuberkel anerkennt, so ist nicht recht einzusehen, warum er nicht in

dieser Richtung einen Schritt weitergehen will, warum es ihm ausgeschlossen erscheint, die käsig-exsudativen Prozesse in den Lungen als tuberkulös zu bezeichnen. Ausgeschlossen erscheint es, sie als Tuberkel zu bezeichnen, ebenso wie es ausgeschlossen ist, diesen Ausdruck auf diffuses Granulationsgewebe anzuwenden. Der Ausdruck Tuberkel reicht auch für Aschoff nicht aus, um das, was er tuberkulös nennen will, zu bezeichnen, da muß auch er den Ausdruck Granulationsgewebe anwenden; es wäre danach doch nur konsequent, den Ausdruck Tuberkel ganz zu vermeiden und auch die Knötchen Granulome, etwa, um auch ihrer Form und Größe gerecht zu werden, miliare oder submiliare Granulome zu nennen. Für eine derartige Unterdrückung des Wortes Tuberkel kann man auch die schon erwähnte Tatsache ins Feld führen, daß der frühere Tuberkel seiner Eigenartigkeit (Spezifizität) entkleidet ist und als morphologisches Gebilde nicht nur bei der Tuberkulose, sondern auch bei der Syphilis, der Lepra usw. gefunden wird. Genau genommen müßte man also wie von syphilitischen, leprösen, so auch von tuberkulösen Tuberkeln sprechen, wofür sicherlich besser »tuberkulöse miliare Granulome« gesetzt wird. So würde es gar keine Bedenken haben, von tuberkulöser Meningitis, Pneumonie usw. mit oder ohne Granulome zu sprechen.

Anscheinend am meisten Schwierigkeit macht die Benennung der nach Sitz und Art so sehr verschiedenen Lungenveränderungen, doch sind meines Erachtens hier die Schwierigkeiten unschwer zu beseitigen, sofern man sich nur entschließt, die Bezeichnung Entzündung lediglich auf die exsudativen Vorgänge anzuwenden. Da hätten wir dann also die tuberkulösen Entzündungen der regelmäßigen Lungenbestandteile, käsige Bronchitis (meist Bronchiolitis), Bronchopneumonie, Pneumonie und die tuberkulösen Entzündungen der Kavernenwandungen einerseits, anderseits die Granulombildungen, die man im einzelnen als tuberkulöse Bronchial-, interstitielle-, Gefäßgranulome usw. bezeichnen könnte. Ich meine aber, daß man hier sehr wohl in kürzerer Form eine Verständigung erzielen könnte, wenn man dafür das Hauptwort Tuberkulose gebrauchte. Daß mit Gefäßtuberkulose, mit interstitieller, peribronchialer Tuberkulose nur eine mit Granulombildung einhergehende Erkrankung gemeint sein kann, ist unschwer zu verstehen, nur bei der Bronchialtuberkulose könnte die Schwierigkeit entstehen, daß man nicht wüßte, ob eine käsig-exsudative Bronchitis oder eine granulomatöse Veränderung gemeint ist, jedoch wären die Schwierigkeiten leicht zu beseitigen, wenn man mit Bronchitis tuberculosa ausschließlich die käsig-exsudativen Veränderungen, mit Bronchialtuberkulose dagegen die granulomatösen bezeichnete; gemischte Bronchialtuberkulose würde dann beide Prozesse einschließen.

Gerade bei der Lunge spielt auch die Lokalisation und der Umfang der Krankheitsherde eine große Rolle und muß bei der Bezeichnung berücksichtigt werden. Am einfachsten gestalten sich die Verhältnisse bei den rein entzündlich-exsudativen Veränderungen, wobei die Bezeichnungen Bronchitis, Bronchiolitis, lobäre, lobuläre Pneumonie ohne weiteres gegeben und verständlich sind. Kleinere Entzündungsherde des alveolären Parenchyms hatte Virchow mit dem Namen miliare Pneumonien belegt. Ich halte den Vorschlag von Aschoff-Nicol[1], die Bezeichnung acinös auf Prozesse, welche auf einen Lungenacinus beschränkt sind, anzuwenden, für durchaus beherzigenswert, habe ich doch stets gelehrt, daß die Lungenlobuli sich aus Acinis zusammensetzen und daß man unter Lungenacinus einen Bronchiolus respiratorius mit seinen Alveolargängen oder -röhren und den zugehörigen Alveolen zu verstehen habe. Ich bin also durchaus dafür, auf je einen Acinus beschränkte Entzündungsherde als acinös-pneumonische zu bezeichnen. Ein Bedenken, auch solche Herdchen bronchopneumonische zu nennen, habe ich nicht, da einerseits der Bronchiolus respiratorius seinem Namen nach dem Bronchialbaum angehört, anderseits, wie Beitzke[2] neuerdings betont hat, bei der acinösen Pneumonie die Exsudation in dem Bronchialbaum zentripetal weitergreift, so daß dann also nicht bloß Bronchioli respiratorii dabei beteiligt sind.

So gern ich also dem Vorschlage, einen Teil der miliaren Pneumonien künftig als azinöse zu bezeichnen, zustimme, so wenig kann ich doch anerkennen, daß man das Wort miliar einfach mit dem Worte azinös vertauschen könne, denn es gibt auch tuberkulös-pneumonische Herde, die kleiner sind als ein Acinus, für die also auch noch eine besondere Bezeichnung nötig ist, als welche die Bezeichnung miliare Pneumonie beibehalten werden kann. Außerdem spielen kleinste Entzündungsherde, die mit Acinis nichts zu tun haben, neben Granulomen (Tuberkeln) eine Rolle, für die man die Bezeichnung miliare kollaterale, oder, wenn sie einen einzelnen Tuberkel ganz umhüllen, perifokale Pneumonien gebrauchen kann. Durch Zusammenfluß kleinerer Herde entstehen die Konfluenzpneumonien verschiedenen Umfanges; haben diese eine knotenförmige Gestalt, so ist die Bezeichnung knotige (nodöse) Konfluenzpneumonie oder tuberkulös pneumonischer Konfluenzknoten am Platze. Haben solche Herde ein induriertes, meist stark anthrakotisches Zentrum, nun so kann man hinzufügen mit zentraler Induration, nur darf man nicht sagen Kollapsinduration, denn ich muß Beitzke gegenüber betonen, daß man nicht

[1] Aschoff a. a. O., Nicol, Beitr. z. Klin. d. Tub. XXX, 231. 1914.
[2] Beitzke, Ztschr. f. Tub. XXVII, 210, 1917.

nur Kollapsinduration, sondern auch solche mit drüsenartiger Umwandlung der Alveolen hier findet. Bei diesen knotigen Konfluenzherden sowie den kleineren Einzelherden ist makroskopisch meistens gar nicht zu erkennen, inwieweit bei ihnen exsudativ entzündliche, inwieweit produktive, granulomatöse Prozesse bei ihrer Bildung beteiligt sind; man wird sich also zunächst damit begnügen müssen, von miliaren, azinösen, nodösen, konfluierenden tuberkulösen Herden zu sprechen. In einer übergroßen Mehrzahl der Fälle handelt es sich mikroskopisch um eine Kombination beider Prozesse: gemischte Tuberkulose.

Daß miliare Granulome (Miliartuberkel) in der Lunge vorkommen, bezweifelt niemand, aber über ihre der Lokalisation entsprechende Benennung bestehen Unstimmigkeiten.

Ich muß hier zunächst ein paar weitere Worte über die Bezeichnung der einzelnen Bestandteile der normalen Lunge einschalten.

Halten wir uns an die Angaben Virchows, daß man in jedem Organ gewisse, ihm eigentümliche und für seine Tätigkeit bestimmte Teile als spezifische, andere für seine Zusammensetzung wichtige Teile, welche mit seiner Tätigkeit nichts zu tun haben, als nichtspezifische bezeichnet, daß diese letzten in ihrer Einrichtung vielfach mit den einfachen Geweben übereinstimmen, die sich auch an andern Orten finden und daß sie häufig als interstitielle Gewebe zwischen den spezifischen Bestandteilen der Organe vorkommen, so wird man sagen müssen, daß selbständiges interstitielles Gewebe innerhalb der Lungenläppchen nicht vorhanden, daß vielmehr bei der Lunge interstitielles Gewebe gleichbedeutend ist mit interlobulärem Gewebe, daß man also folgerichtig auch nicht von interstitiellen Tuberkeln sprechen darf, wenn solche im Gerüst der Lunge, in und zwischen den Acinis sitzen. Das alveoläre Gerüst ist der eigentümliche, für ihre Tätigkeit bestimmte Teil der Lunge, den man wie bei andern Organen das Parenchym nennen kann. Hier sitzende Granulome sind also Gerüsttuberkel oder parenchymatöse, nicht interstitielle.

Das interlobuläre Gewebe hängt einerseits mit dem subpleuralen und pleuralen (subpleurale und pleurale Tuberkel), anderseits mit dem die Arterien und Bronchen umscheidenden Gewebe zusammen. Bei den Bauchorganen, welche nur einen teilweisen Überzug von Bauchfell haben, unterscheidet man eine Veränderung dieses Bauchfells durch das Vorwort peri von derjenigen des an den nichtüberzogenen Stellen anstoßenden Bindegewebes, die mit para bezeichnet werden (Perimetritis — Parametritis, Perityphlitis — Paratyphlitis usw.), man sollte also dieses an Arterien und Bronchen anstoßende Bindegewebe parabronchiales, pararteriales nennen, es trägt aber seit langem die Be-

zeichnung peribronchiales[1], periarteriales Gewebe, und es wird der Versuch aussichtslos sein, hier eine Änderung herbeizuführen. Es gibt nun zweifellos eine exsudative Entzündung dieser Gewebe, also eine Peribronchitis und Periarteriitis, aber ich habe mich nicht davon überzeugen können, daß es hier auch eine tuberkulöse käsige exsudative Entzündung gibt, sondern ich finde, ebenso wie in der Gefäß- und Bronchialwand selbst, bei allen käsigen Veränderungen nur Granulombildung. Darum habe ich in der jüngsten Auflage meiner pathologisch-anatomischen Diagnostik auch den Ausdruck Peribronchitis caseosa ganz zurückgewiesen und nur von peribronchialer Tuberkulose gesprochen. Neben der entsprechenden bronchialen Tuberkulose habe ich, wie vorher erwähnt, noch eine Bronchitis (besser Bronchiolitis) caseosa zugelassen als Bezeichnung einer Erkrankung, bei der verkäsendes freies Exsudat in die Höhlung abgesondert wird, wie es bei der käsigen Pneumonie in bezug auf das alveoläre Parenchym der Fall ist. Sollte es, wofür ich selbst keine Beweise habe, eine dritte Bronchialveränderung geben (K. E. Ranke[2]), bei der ohne vorausgehende produktive Veränderung eine direkte Nekrose (Verkäsung) der Schleimhaut entsteht, so würde man das auch nicht als Bronchitis bezeichnen dürfen, sondern könnte es primär-käsige oder primär-nekrotisierende Bronchialtuberkulose einwandfrei, wie ich meine, bezeichnen.

Die gleiche Unterscheidung wie bei den Bronchien bzw. Bronchiolen läßt sich auch bei den tuberkulösen Erkrankungen des alveolären Parenchyms durchführen. Käsige Pneumonie ist die exsudative Veränderung, bei der freies, im frischen Stadium von Epithelien umgebenes Exsudat in den Alveolen verkäst, parenchymatöse Tuberkulose oder parenchymatöse tuberkulöse Granulombildung bedeutet die Entwicklung tuberkulösen Granulationsgewebes außerhalb der Alveolarepithelien im Lungengerüst. Es gibt aber zwei Abweichungen von diesen Grundvorgängen: die eine ist die Verfettung der Exsudatzellen (tuberkulöse Alveolarverfettung), die andere ist die intrakanalikuläre Entwicklung von Granulationsgewebe. Ich gebrauche den Ausdruck intrakanalikulär, weil dieser Prozeß nicht nur an den Alveolen, sondern auch an den Bronchiolen sowie an den Drüsenkanälen z. B. der Hoden vorkommt. Hierbei handelt es sich zunächst um eine extraepitheliale Neubildung von Granulationsgewebe,

---

[1] Es beruht auf einem Mißverständnis, wenn Nicol (a. a. O.) meint, ich hätte in einer Arbeit die Bezeichnung peribronchial im Sinne des um die Bronchen herumliegenden respirierenden Parenchyms aufgefaßt; ich habe dabei immer zunächst an das die Bronchen umhüllende Bindegewebe gedacht.

[2] Ranke, D. Arch. f. klin. Med. 119, S. 201, 1916.

die das Epithel vor sich herschiebt, also doch immer, auch wenn sie die spezifischen Wandbestandteile, z. B. die elastischen Fasern, hinter sich läßt, noch außerhalb des Kanallumens, das vom Epithel umgrenzt wird, also extrakanalikulär gelegen ist. Es ist dieser Vorgang zu vergleichen mit der Beeinträchtigung des Gefäßlumens durch Arterio- oder Phlebosklerose, wobei das Endothel auch das verengte Lumen überzieht, wie es zunächst bei den tuberkulösen Hodenkanälchen, bei den tuberkulösen Bronchen und bei den zu einem Spalt durch das vorwachsende Granulationsgewebe umgewandelten Lungenalveolen das Epithel tut. Dieses pflegt freilich zugrunde zu gehen, und ist das Lumen dadurch eröffnet, dann ragt das Granulationsgewebe wirklich in dasselbe hinein, dann liegt es intrakanalikulär, aber diese Lage ist keine primäre, sondern eine sekundäre. Das muß aus der Bezeichnung hervorgehen, die also zu lauten hat: sekundär-intrakanalikuläre Tuberkulose oder tuberkulöse Granulombildung. Durch sie kann der Kanal oder ein Kanalsystem vollständig ausgefüllt werden, es wäre aber nicht geeignet, in solchem Falle von einem Ausguß des Systems durch Granulationsgewebe zu sprechen, denn bei einem Ausguß findet sich die ausgießende Masse primär frei im Lumen. Bei einer obliterierenden Arteriosklerose wird niemand von einem Ausguß der Gefäßlichtung durch Bindegewebe sprechen wollen.

So wäre also auch der Zustand zu beurteilen, wie ihn Nicol für seine azinösen tuberkulösen Herde beschreibt, wo das ganze Höhlensystem eines Lungenacinus durch tuberkulöses Granulationsgewebe erfüllt ist. Ich teile übrigens die Ansicht Beitzkes, daß diese Ausfüllung bei den azinösen Herdchen mehr durch verkäsendes Exsudat als durch verkäsendes Granulationsgewebe geschieht.

Gerade in der tuberkulösen Lunge kommt nun aber auch noch eine zweite Art von Granulombildung in den Alveolen vor, bei der das Gewebe die histologischen Eigentümlichkeiten des tuberkulösen Granulationsgewebes (epithelioide und Riesenzellen, Tuberkelbazillen) darbieten kann, aber auch gewöhnlichem, nichtspezifischem Granulationsgewebe gleichen kann, das fibrös sich umzuwandeln, aber auch zu verkäsen vermag, so daß doch auch es schließlich als tuberkulös, als Wirkung von Tuberkelbazillen anzusehen ist, geradeso wie man bei einer in charakteristischer Weise verdickten Tiba eines Syphilitischen von syphilitischer Hyperostose spricht. Bei dieser zweiten Art geht die Entwicklung des Gewebes von vornherein innerhalb des Alveolarlumens vor sich, also primär intrakanalikulär, soweit das Granulationsgewebe in Betracht kommt, aber doch wieder sekundär insofern, als eine Erfüllung der Alveolen durch Exsudat vorausgeht, dessen geronnene Bestandteile gewissermaßen die Leitseile für die

vordringenden Fibroblasten darstellen. Es handelt sich also um eine sekundäre Gewebsbildung, die mit der in einen Gefäßthrombus einsprossenden Bindegewebswucherung verglichen werden kann, so daß man von einer organisierenden Neubildung reden darf. Wir haben also hier eine intrakanalikuläre organisierende Granulombildung oder können, da für ähnliche Vorgänge im Anschluß an die gewöhnliche fibrinöse Pneumonie der Ausdruck Karnifikation in Gebrauch ist, die kurze Bezeichnung tuberkulöse Karnifikation anwenden.

Wie es eine sekundäre tuberkulöse Pneumonie neben und um Tuberkel herum gibt, so gibt es auch sekundäre Granulombildung um pneumonische Herde herum, für die man ebenfalls die Bezeichnung kollaterale oder perifokale anwenden, die man aber auch, da gerade sie gern indurieren und eine Art Abkapselung bewirken, als kapsuläre Granulombildung bezeichnen kann; sie bewirkt bei fibröser Umwandlung eine kapsuläre Induration.

Da in dem interstitiellen, peribronchialen und periarterialen Bindegewebe die Lymphgefäße der Lunge gelegen sind, so ist es klar, daß diese bei einer in jenem Gewebe lokalisierten Tuberkulose nicht unbeeinflußt bleiben werden. Tatsächlich breitet sich denn auch eine solche Tuberkulose offenbar gern auf dem Lymphwege weiter aus. Das trifft vor allem für jene chronischen indurativen Granulombildungen zu, bei welchen man ein graues Maschenwerk mit eingestreuten, manchmal reihenweise angeordneten Knötchen sieht, die mikroskopisch besonders häufig faserreich sind (fibröse Tuberkel). Wir haben seither diese Veränderung als chronische Miliartuberkulose bezeichnet, und ich sehe keinen Grund, eine andere zu wählen. Wenngleich auch bei den übrigen tuberkulösen Erkrankungen zweifellos für die Weiterverbreitung der Bazillen der Lymphweg in den Lungen eine Rolle spielt, so tritt er doch ebenso zweifellos gegenüber dem Bronchialweg weit zurück, und ich kann das Bedürfnis nicht anerkennen, von einer besonderen Lymphgefäßtuberkulose, gar von einer Lymphangitis tuberculosa in den Lungen zu sprechen. Will man gegebenen Falles die Beteiligung der Lymphgefäße an der Entstehung einer örtlichen tuberkulösen Erkrankung zum Ausdruck bringen, so kann man das Beiwort lymphogen anwenden.

So kann man die umschriebene, um ältere Käseherde der Lunge selbst oder benachbarter Lymphdrüsen auftretende disseminierte Miliartuberkulose eine lymphogene nennen, im Gegensatze zu der allgemeinen disseminierten Miliartuberkulose, welche eine hämatogene Erkrankung darstellt. Bei jener handelt es sich ebenso wie bei der erwähnten chronischen Miliartuberkulose vorzugsweise um miliare bzw. submiliare Granulombildung, während bei dieser, wenn

auch nicht mit bloßen Augen, so doch mikroskopisch in bezug auf das Lungenparenchym eine granulomatöse (produktive) und eine pneumonische bzw. gemischte exsudative Form unterschieden werden kann. Auch bei dieser fehlen die Granulome nicht; sie finden sich wie bei der granulomatösen Form außer im Parenchym im peribronchialen und periarterialen, im interstitiellen wie im subpleuralen und pleuralen Gewebe, sie finden sich in der Wand (auch Schleimhaut) der Bronchen, der Arterien und Venen.

Werfen wir nun noch einen kurzen Blick auf die tuberkulöse Lunge im ganzen, so braucht nicht weiter erörtert zu werden, was man unter einer deszendierenden, unter einer Aspirations- und Perforationstuberkulose der Lungen, was unter einem Primär- und Sekundärherd zu verstehen habe. Ich möchte nur das eine hervorheben, daß ein primärer Herd (Initialaffekt) nur ganz ausnahmsweise zur mikroskopischen Untersuchung gelangt, daß man aber häufig genug ganz junge Sekundärherde untersuchen kann, von denen ich auch heute noch meine, daß sie gewisse Analogieschlüsse auf die Entwicklung der Primärherde gestatten, wenn ich auch keineswegs damit sagen will, daß man ohne weiteres das bei den Sekundärherden Festgestellte auf die Primärherde übertragen darf. Habe ich doch selbst zuerst darauf aufmerksam gemacht[1], wie bei Tieren der Verlauf einer Neuinfektion in den Lungen ein anderer ist, wenn bereits früher eine tuberkulöse Erkrankung überstanden worden ist. Ich bin durchaus nicht der Meinung, daß es sich dabei nur etwa um eine quantitative Änderung handelt, lasse vielmehr auch eine qualitative zu und rechne daher auch damit, daß der erste Herd in einer sonst gesunden Lunge eine andere Entstehung und anderen Verlauf haben kann als ein in einer schon tuberkulösen Lunge neu entstehender Herd. Ich möchte aber doch glauben, daß es sich dabei mehr um die Mischung der verschiedenartigen Prozesse und ihren Verlauf handelt, daß aber die Granulombildung an sich, die käsige Exsudatbildung an sich und vor allem, daß die Angriffspunkte der Tuberkelbazillen eine wesentliche Verschiedenheit nicht darzubieten brauchen.

Ich kann hier auf die sicherlich sehr interessante Frage der Stadieneinteilung der Lungentuberkulose, ihre Beziehung zu Disposition und Immunität, zu endogener und exogener Reinfektion, ihre Beziehung zur ärztlichen Praxis nicht weiter eingehen, sondern will nur noch einmal kurz zusammenstellen, welche Bezeichnungen mir geeignet erscheinen für die einzelnen Prozesse, aus denen sich das Gesamtbild der tuberkulösen Lunge zusammensetzt, wobei ich vorausschicke, daß alle

[1] ORTH, Berl. Klin. Wochenschr. 1906, Sitzungsber. d. Med. Ges. vom 2. Mai 1906.

käsigen Prozesse zu Höhlenbildung, der sichtbaren Phthisis der Lungen führen können, sei es durch gleichmäßig fortschreitenden Zerfall der käsigen Massen (Ulzeration), sei es durch Sequestration kleinerer oder größerer abgestorbener Gewebsteile. In den tuberkulösen Höhlen findet man Arterienäste enthaltende Leisten (Kavernenleisten) oder Balken (Kavernenbalken), gelegentlich Kavernenaneurysmen.

I. Exsudativ entzündliche Veränderungen mit entsprechender, auf die Entzündung hinweisender Bezeichung. Käsige Pneumonie: primäre lobäre Form, sekundäre lobäre Form durch konfluierende Bronchopneumonie, lobuläre Form, Bronchopneumonie, miliare Pneumonie (soweit als solche nachweisbar: azinöse Pneumonie), aus deren Zusammenlagerung die pneumonisch-nodöse Tuberkulose entsteht, kollaterale und perifokale Pneumonie, bei der besonders gern Alveolarverfettung auftritt.

II. Produktive Veränderungen, Granulombildung. Diffuse-miliare Granulome. Die miliaren können sein ihrem Sitze nach: interstitielle, periarteriale und peribronchiale, venöse, arteriale, bronchiale, parenchymatöse. Bei den beiden letzten die Unterarten: sekundär intrakanalikuläre (hierher gehörig Aschoff-Nicols azinöse Tuberkulose), Karnifikation. Durch Zusammenlagerung entstehen die granulomatösen Knoten (produktiv-nodöse Tuberkulose, A.-N.s azinösnodöse Phthise), die von den pneumonischen nicht makroskopisch unterschieden werden können, darum zunächst kurz: nodöse Konglomerattuberkulose. Mit konfluierender Tuberkulose mag man die größeren Herde bezeichnen. Kollaterale, perifokale, kapsuläre Granulombildung.

Aus diesen Einzelelementen besondere Namen für die Gesamtlungenveränderung machen zu wollen, wäre ein aussichtsloses Beginnen, denn der Kombinationen verschiedenartiger Veränderungen, teils an der gleichen Stelle, teils an verschiedenen Lungenabschnitten, von exsudativen — produktiven, jüngeren — älteren, indurierenden und schrumpfenden — verkäsenden und erweichenden, ruhenden — mehr oder weniger schnell fortschreitenden Prozessen gibt es unzählige, und keine tuberkulöse Lunge gleicht der anderen. Jeder Einzelfall will für sich beurteilt werden und läßt sich niemals restlos in ein Schema einzwängen. —

Es bedarf heutzutage keiner Begründung mehr, daß bei der Entstehung der tuberkulösen Veränderungen komplizierte toxische Vorgänge mitspielen, die teils an die Anwesenheit von Bazillen geknüpft sind, teils fern von ihnen zustande kommen können. Über die Fernwirkungen im strengen Sinne des Wortes, die Wirkungen eines lokalen Bazillenherdes in entfernten Organen, ja im ganzen Körper auf bloß toxischem Wege, möchte ich noch ein paar Worte sagen. Wenn

auch dabei vielleicht exsudative oder produktive Vorgänge eine Rolle spielen können (Dermatosen), so handelt es sich doch im wesentlichen um rückgängige Ernährungsstörungen, welche in ihrer Art und Entstehung noch längst nicht genügend bekannt sind. Hierher gehören die Anämie, die vasomotorischen Störungen, die dyspeptischen Erscheinungen, die Abmagerung, das Fieber, alles schon Frühsymptome, die zweifellos nicht Ursachen, sondern schon Folgen einer tuberkulösen Erkrankung sind und denen darum auch die Kennzeichnung als tuberkulöse zukommt. Es muß ihnen eine Toxinämie zugrunde liegen, die im Gegensatze zu der Bazillämie dauernd, wenn auch in wechselndem Grade vorhanden ist, am stärksten natürlich, wenn die Krankheit im lebhaften Fortschreiten begriffen ist, wenn neue örtliche Herde sich bilden. Pathologisch-anatomisch läßt sich vor allem eine hierher gehörige Veränderung nachweisen, das ist die degenerative Veränderung von Nierenepithelien, welche sich in diffuser Ausbreitung und unabhängig von Granulombildungen in den Nieren besonders solcher tuberkulöser Menschen findet, welche an akuter disseminierter allgemeiner Miliartuberkulose gestorben sind. Man darf hier nicht von Nierentuberkulose schlechtweg sprechen, denn bei diesem Worte denkt man immer zunächst an lokalisierte Granulombildung, auch diffuse Nierentuberkulose würde nicht genügen, sondern es muß die rein toxische Natur der Veränderung auch in der Bezeichnung zum Ausdruck gebracht werden. So ließe sich schon hören: diffuse degenerative toxische Nierentuberkulose, besser aber erscheint mir, das Kausale nur durch ein Eigenschaftswort auszudrücken und von toxisch-tuberkulöser degenerativer Nephropathie oder kürzer von toxisch-tuberkulöser Nephrose zu sprechen.

Es bleibt ein letzter Punkt zu erwähnen übrig, wegen dessen VIRCHOW Bedenken gegen die neue Nomenklatur geltend gemacht hat, die Benennung der sowohl im Anschluß an Tuberkulose wie an Syphilis auftretenden Amyloid-Metamorphose, wie VIRCHOW sagte, oder Amyloidose, wie man jetzt zu sagen pflegt. VIRCHOW meinte, wollte man das Amyloid syphilitisch oder tuberkulös nennen, so würden dadurch nur Mißverständnisse hervorgerufen und das wirkliche Verständnis schwer geschädigt werden. Wenn dies wirklich der Fall wäre, so würde gerade der Umstand, daß es gleichmäßig für die Tuberkulose und die Syphilis gilt, beweisen, daß der Fehler nicht an der Nomenklatur der Tuberkulose liegt, denn bei der Syphilis haben wir ja den botanischen Namen des Erregers (Spirochaete pallida) und eine Krankheitsbezeichnung, welche mit Krankheitsprodukten gar nichts zu tun hat. Im übrigen weise ich darauf hin, daß der Nachweis noch aussteht, daß Toxine der Tuberkelbazillen mit der Ent-

stehung der Amyloidose etwas zu tun haben, ob nicht vielmehr die Erreger von Mischinfektionen für sie verantwortlich sind. Die Bezeichnung phthisische Amyloidose wäre demnach vielleicht besser als diejenige »tuberkulöse«, obgleich ich auch darin keine Schwierigkeit für das Verständnis sehen würde, da jedermann wohl leicht begreifen würde, daß tuberkulöse Amyloidose nichts anderes bedeuten soll und kann als Amyloidose bei Tuberkulose. —

Ich hoffe gezeigt zu haben, daß wir allen Anforderungen an die Namengebung gerecht werden können unter Zugrundelegung der Bezeichnungen Tuberkulose für die Krankheit, Tuberkelbazillen für ihre Erreger.

Ausgegeben am 15. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917.
XLV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Penck sprach über die Poebene.

Die Oberflächengestalt der Poebene kann aufgefaßt werden als eine Serie von Schuttkegeln, die durch die aus den Alpen und aus dem Apennin kommenden Flüsse aufgeschüttet worden sind. Aber nur wenige Schuttkegel reichen bis an den Fuß der Alpen, und nur die allerwenigsten wachsen heute noch fort. Die meisten stoßen an die großen Moränenamphitheater, und hier erweist sich ihr eiszeitliches Alter. Jünger sind ihre Fußpartien; eine scharfe Abgrenzung der quartären und rezenten Kegelstücke ist nicht durchführbar. Die höheren Kegelstücke bilden die trockene Ebene, die tieferen die nasse; auf der trockenen Ebene sind die Flüsse verwildert, in der nassen mäandrieren sie; im Bereiche der rezenten Anschwemmungen fließen sie eingedeicht auf ziemlich hohen Dämmen. Unter der Poebene befindet sich ein Massenüberschuß, der sich ein Stück weit in die südlichen Alpen hinein erstreckt, während der alpine Massendefekt bis in das nördliche Alpenvorland reicht.

Ausgegeben am 29. November.

SITZUNGSBERICHTE

1917.

XLVI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

Hr. Einstein sprach über eine Ableitung des Theorems von Jacobi.

Formt man die kanonischen Gleichungen der Dynamik um nach dem Gesichtspunkte, daß man die Impulse p_ν als Funktionen der Koordinaten q_i und der Zeit t ansieht, so erhält man für die p_ν ein System von partiellen Differentialgleichungen. Diese führen direkt zur Hamilton-Jacobischen Differentialgleichung, wenn man verlangt, daß das Vektorfeld der p_ν von einem Potential J ableitbar sei. Die Ableitung des Theorems wird vervollständigt durch Formulierung der Tatsache, daß auch die Ableitungen von J nach Integrationskonstanten die Hamiltonsche Differentialgleichung lösen.

Eine Ableitung des Theorems von Jacobi.

Von A. Einstein.

Bekanntlich lassen sich die kanonischen Gleichungen der Dynamik

$$\frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i} \tag{1}$$

$$\frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \tag{2}$$

wobei H im allgemeinsten Falle eine Funktion der Koordination q_i, der Impulse p_i und der Zeit t ist, nach Hamilton-Jacobi dadurch integrieren, daß man eine Funktion J der q_i und der Zeit t als Lösung der partiellen Differentialgleichung

$$\frac{\partial J}{\partial t} + \bar{H} = 0 \tag{3}$$

bestimmt. Dabei entsteht $\bar{H}$ aus H, indem man in H die p_i durch die Ableitungen $\frac{\partial J}{\partial q_i}$ ersetzt. Ist J ein vollständiges Integral dieser Gleichungen mit den Integrationskonstanten α_i, so wird das System (1), (2) der kanonischen Gleichungen allgemein integriert durch die Gleichungen

$$\frac{\partial J}{\partial q_i} = p_i \tag{4}$$

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha_i} = \beta_i. \tag{5}$$

Daß die Erfüllung von (3), (4) und (5) zur Folge hat, daß den kanonischen Gleichungen (1), (2) Genüge geleistet wird, wird in allen eingehenderen Lehrbüchern der Dynamik durch Rechnung verifiziert. Hingegen ist mir kein naturgemäßer, von überraschenden Kunstgriffen freier Weg bekannt, um von den kanonischen Gleichungen zu dem Hamilton-Jacobischen System (3), (4), (5) zu gelangen. Ein solcher ist im folgenden gegeben.

Gebe ich für eine bestimmte Zeit t_0 den Koordinaten q_i^0 und die zugehörigen Impulse p_i^0 des Systems, so ist dessen Bewegung durch

(1) und (2) bestimmt. Ich stelle diese Bewegung dar als Bewegung eines Punktes im n-dimensionalen Koordinatenraum der q_i. Denke ich mir zur Zeit t_0 für alle Punkte (q_i) des Koordinatenraums die Impulse p_i^0 von den Gleichungen (1) und (2) entsprechenden Systemen gegeben, derart, daß die p_i^0 stetige Funktionen der q_i sind, so ist durch diese Anfangsbedingung die Bewegung all dieser Punkte vermöge (1) und (2) bestimmt. Wir nennen den Inbegriff all dieser Bewegungen ein »Strömungsfeld«.

Statt nun dieses Strömungsfeld im Sinne von (1) und (2) so zu beschreiben, daß ich Koordinaten und Impulse jedes Systempunktes in Funktion der Zeit gegeben denke, kann ich auch den durch die p_i gemessenen Bewegungszustand an jeder Stelle (q_i) als Funktion der Zeit t gegeben denken, so daß die q_i und t als unabhängige Variable anzusehen sind. Beide Darstellungsweisen entsprechen genau denjenigen in der Hydrodynamik, welche den »LAGRANGEschen« bzw. »EULERschen« Bewegungsgleichungen der Flüssigkeiten zugrunde liegen.

Im Sinne der zweiten Darstellungsweise habe ich die linke Seite von (1) durch

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \sum_\nu \frac{\partial p_i}{\partial q_\nu} \frac{d q_\nu}{d t}$$

zu ersetzen, wofür gemäß (2)

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu} \frac{\partial p_i}{\partial q_\nu}$$

gesetzt werden kann. Es gilt also gemäß (1) das Gleichungssystem

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial q_i} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu} \frac{\partial p_i}{\partial q_\nu} = 0\,. \tag{6}$$

Die $\frac{\partial H}{\partial q_i}$ und $\frac{\partial H}{\partial p_i}$ sind bekannte Funktionen der q_i, der p_i und der Zeit t. Es ist also (6) das System von partiellen Differentialgleichungen, denn die Komponenten p_i des Impulsvektors des Strömungsfeldes genügen.

Es liegt nun die Frage nahe, ob es Strömungsfelder gibt, in welchen der Impulsvektor ein Potential besitzt, so daß den Bedingungen genügt ist

$$\frac{\partial p_i}{\partial q_k} - \frac{\partial p_k}{\partial q_i} = 0 \tag{7}$$

$$p_i = \frac{\partial J}{\partial q_i}\,. \tag{7a}$$

Ist (7) erfüllt, so nimmt (6) die Form an

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \left(\frac{\partial H}{\partial q_i} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu} \frac{\partial p_\nu}{\partial q_i}\right) = 0 .$$

Das zweite Glied ist die vollständige Ableitung von H nach der Koordinate q_i. Bezeichnet man mit $\bar{H}$ diejenige Funktion der q_i und der Zeit t, welche aus H entsteht, wenn in H die p_i durch die q_i und t ausgedrückt werden, so hat man also

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \frac{\partial \bar{H}}{\partial q_i} = 0 ,$$

oder, indem man gemäß (7 a) die Potentialfunktion J einführt,

$$\frac{\partial}{\partial q_i}\left(\frac{\partial J}{\partial t} + \bar{H}\right) = 0 .$$

Man genügt diesen Gleichungen, indem man für J die Differentialgleichung

$$\frac{\partial J}{\partial t} + \bar{H} = 0$$

vorschreibt, welche nichts anderes ist als die Hamiltonsche Gleichung (3). Sie löst in Verbindung mit (7 a) die Gleichungen (6) des Strömungsfeldes.

Zu den Gleichungen (5) aber gelangen wir auf folgende Art. Ist J ein vollständiges Integral mit den willkürlichen Konstanten α_i, so muß (3) gültig bleiben, wenn man in J α_i durch $\alpha_i + d\alpha_i$ ersetzt. Es muß also gelten

$$\frac{\partial^2 J}{\partial t \partial \alpha_i} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu} \frac{\partial^2 J}{\partial q_\nu \partial \alpha_i} = 0 .$$

Dafür kann man wegen (2) schreiben

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \sum_\nu \frac{dq_\nu}{dt} \frac{\partial}{\partial q_\nu}\right)\left(\frac{\partial J}{\partial \alpha_i}\right) = 0 .$$

Der eingeklammerte Operator ist aber mit dem Operator $\left(\frac{d}{dt}\right)$ identisch, eine zeitliche Ableitung im Sinne der »Lagrangeschen« Beschreibungsweise. Es bleibt also $\frac{\partial J}{\partial \alpha_i}$ für ein System während dessen Bewegung konstant, und es gilt daher für die Bewegung eines Systempunktes ein Gleichungssystem von der Form (5).

Über Schwingungen in einem unregelmäßig veränderlichen Kraftfelde.

Von Dr. Adolf Schmidt
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Hellmann am 8. November 1917 [s. oben S. 579].)

Bei den zur Bestimmung des Produkts MH des magnetischen Moments eines Stabes und der horizontalen Feldstärke des Erdmagnetismus dienenden Schwingungsbeobachtungen pflegt man ganz allgemein unter H den Mittelwert dieser Größe während der ganzen von der Beobachtung eingenommenen Zeit zu verstehen. Es kann dieses Verfahren für die Zwecke der gewöhnlichen Intensitätsmessungen als ausreichend gelten, wofern man nur Zeiten merklicher magnetischer Unruhe ausschließt. Daß es aber während stärkerer Schwankungen des erdmagnetischen Zustandes nicht genügt, hat bereits Lamont hervorgehoben[1], ebenso, daß vor allem plötzliche Änderungen einen besonders nachteiligen Einfluß üben[2]. Er begnügt sich indessen mit dem Rat, zur Zeit von Störungen Schwingungsbeobachtungen zu unterlassen und geht auf die Frage nicht näher ein. Bei der weiterhin behandelten Aufgabe der Reduktion der Beobachtungen beschränkt er sich noch mehr, indem er — offenbar unter der stillschweigenden Annahme eines gleichförmigen (d. h. zeitlich linearen) Verlaufs der H-Werte — einfach den Durchschnitt aus dem Anfangs- und dem Endwert benutzt und zur Verringerung des störenden Einflusses der Schwankungen empfiehlt, die Gesamtdauer einer Messung möglichst kurz zu wählen[3]. Er selbst, so bemerkt er, nehme sie nie länger als 5 bis 7 Minuten. Nun ist es aber im Gegenteil wünschenswert, diese Dauer so weit wie möglich auszudehnen, denn der absolute Fehler, dem man bei ihrer Bestimmung ausgesetzt ist, hängt fast gar

[1] Handbuch des Erdmagnetismus. Berlin 1849. S. 66, Anm.

[2] Die Wirkung momentaner Stöße untersucht in Anwendung auf die Multiplikations- und die Zurückwerfungsmethode E. Dorn. Ann. Phys. 17 (1882), S. 654.

[3] A. a. O. S. 166, Anm.

nicht von ihrer Länge ab, und der relative ist daher dieser Länge umgekehrt proportional. Hält man dagegen nach Lamonts Vorschlag einen ziemlich niedrigen Höchstwert des einzelnen Schwingungssatzes fest, so läßt sich zwar durch hinreichend häufige Wiederholung der Messung gleichfalls die gewünschte Verschärfung des Ergebnisses erzielen; die Genauigkeit nimmt aber dann nur mit der Quadratwurzel aus der Anzahl der Sätze und damit der Gesamtdauer der Beobachtung zu. Die exakte Reduktion der Schwingungen in einem beliebig veränderlichen Felde stellt daher eine nicht unwichtige Aufgabe dar, und dies um so mehr, als sie gelegentlich selbst schon während magnetisch ruhiger Zeiten auf merkliche Korrektionen führt, dann nämlich, wenn der Gang der Feldstärke, wie beispielsweise während der täglichen Extreme, nicht der Zeit proportional ist.

Trotzdem hat die Frage wenig Beachtung gefunden. Eine eingehendere Behandlung hat ihr nur E. Leyst gewidmet[1]. In ungemein ausführlicher, die Aufgaben der Observatoriumspraxis im einzelnen berücksichtigender Weise untersucht er den Einfluß, den die Schwankungen der Horizontalintensität haben, während er von demjenigen der Deklinationsvariationen absieht. Er setzt bei seinen Entwicklungen nur voraus, daß H während der Dauer jeder einzelnen Schwingung so wenig veränderlich sei, daß für diese kurze Zeit mit seinem Mittelwert gerechnet werden darf. Diese Voraussetzung trifft sicherlich in der großen Mehrzahl aller Fälle hinreichend zu, um bei den laufenden Beobachtungen der Magnetwarten, bei denen man ungünstige Zeiten leicht vermeiden kann, unbedenklich gemacht zu werden. Dagegen wird man bei fundamentalen, die äußerste erreichbare Schärfe anstrebenden Messungen auf eine genauere, von dieser Voraussetzung freie Untersuchung der Frage nicht verzichten können, wäre es selbst nur, um die Grenzen ihrer Berechtigung festzustellen und um die davon abhängige Zuverlässigkeit der einzelnen Beobachtung richtig beurteilen zu können. Es ist ohne weiteres klar, daß insbesondere einerseits momentane (d. h. praktisch genommen schnelle, heftige), anderseits periodische Feldänderungen (Pulsationen, Elementarwellen) geeignet sind, einen merklichen Einfluß zu üben. Die folgende Untersuchung soll indessen nicht auf diese, allerdings wichtigsten speziellen Fälle beschränkt, sondern möglichst allgemein durchgeführt werden. Vom mathematischen Gesichtspunkte aus brauchen dabei keinerlei einschränkende Voraussetzungen über die Schwankungen des Feldes gemacht zu werden. Indessen entspricht es der Natur der zugrunde liegenden physikalischen Aufgabe, die Forderung

[1] Repertorium für Meteorologie Bd. X, Nr. 11. St. Petersburg 1887. Fehler bei Bestimmung der Schwingungsdauer von Magneten und ihr Einfluß auf absolute Messungen der Horizontalintensität des Erdmagnetismus.

aufzustellen, daß die Bewegung den Charakter einer Schwingung im eigentlichen Sinne, d. h. des nach Dauer und Lage nur allmählich veränderlichen Hin- und Hergehens zwischen zwei Umkehrstellen besitzen soll. Diese Bedingung engt den Bereich der zulässigen Feldschwankungen um so weniger ein, je größer die Anfangsamplitude ist. Die tatsächlich vorkommenden Schwankungen sind übrigens fast stets wesentlich kleiner, als sie hiernach sein dürften, und sie können in den meisten Fällen als kleine Größen behandelt werden, deren Produkte und Potenzen zu vernachlässigen sind.

Zur Vereinfachung der Darstellung sind die folgenden Entwicklungen auf den speziellen Fall der Schwingungen eines Magnetstabs im erdmagnetischen Felde bezogen, von dem auch die vorhergehenden Betrachtungen ausgingen. Die Ergebnisse haben aber natürlich eine allgemeinere Bedeutung; sie gelten für alle Schwingungen unter dem Einflusse irgendeiner nach Stärke und Richtung beliebig veränderlichen Kraft, die in jedem Augenblick nach einem bestimmten Punkte gerichtet und dem Abstand von diesem annähernd proportional ist.

1.

Es sei M die horizontale Komponente des Moments eines in der Horizontalebene schwingenden Magnets und σ der Winkel, den die Projektion seiner Achse auf diese Ebene mit einer festen Anfangsrichtung bildet, die der Einfachheit halber mit der torsionsfreien Lage übereinstimmen und sehr nahe in die Mittellage des magnetischen Meridians fallen möge. Die Horizontalintensität des Erdmagnetismus sei H, ihr nach dem soeben Festgesetzten stets kleiner Winkel mit der Anfangsrichtung δ und die Direktionskraft der Aufhängung D. Das im Augenblick t wirksame, σ zu verringern suchende Drehmoment ist dann

$$MH \sin(\sigma - \delta) + D\sigma .$$

und es gilt somit, wenn noch J das Trägheitsmoment des schwingenden Systems bezeichnet, die Bewegungsgleichung

$$(1) \qquad \frac{d^2\sigma}{dt^2} = -\frac{MH\sin(\sigma-\delta) + D\sigma}{J} .$$

Hierin sind H und δ unregelmäßig veränderliche Größen, deren zeitlicher Verlauf durch registrierte Kurven gegeben zu denken ist, während ihre absoluten Werte nur näherungsweise bekannt sind. Insbesondere hat man

$$H = H_0(1 + h) ,$$

worin H_0 die als Endergebnis der Messung gesuchte Größe — den absoluten Betrag der einer bestimmten mittleren Ordinate der Kurve

zugehörigen Horizontalintensität — bezeichnet. δ und h sind, wie schon bemerkt wurde, im allgemeinen als kleine Größen zu betrachten; sie werden selten einige Tausendstel überschreiten. Doch ist diese Annahme nicht wesentlich; insbesondere wird die im Folgenden abgeleitete allgemeine Lösung davon nicht berührt.

M, D und J sollen als Konstanten betrachtet werden. Sie hängen allerdings ein wenig von der Temperatur ab. Da man diese aber bei allen feineren Messungen sehr nahe unverändert hält, so genügt es vollständig, mit den Mittelwerten jener Größen zu rechnen. Übrigens hat es auch keine Schwierigkeit, ihre etwaigen stärkeren Schwankungen streng zu berücksichtigen, was am einfachsten durch kleine an h anzubringende Korrektionen geschieht.

Setzt man nun zunächst voraus, daß $(\sigma-\delta)$ stets klein genug bleibt, um in (1) an Stelle von $\sin(\sigma-\delta)$ treten zu können, führt man ferner das Torsionsverhältnis $\vartheta = D:MH_0$ und den Parameter $\alpha^2 = MH_0(1+\vartheta):J$ ein, so nimmt (1) die Gestalt an

$$\ddot{\sigma} = -\alpha^2[(1+h)(\sigma-\delta)+\vartheta\sigma]:(1+\vartheta).$$

Die Gleichgewichtslage $\sigma = \eta$ ist hiernach durch

$$\eta = (1+h)\delta:(1+\vartheta+h)$$

definiert, wofür bis auf Größen 3. Ordnung (wofern auch ϑ als klein von der 1. Ordnung gelten darf) $\eta = \delta:(1+\vartheta)$ gesetzt werden kann. Durch Einführung von η statt δ und von x für $h:(1+\vartheta)$ erhält man aus der vorhergehenden Gleichung

$$\ddot{\sigma} = -\alpha^2(1+x)(\sigma-\eta) = -\omega^2(\sigma-\eta). \tag{2}$$

Diese Beziehung bleibt gültig, wenn die zuvor über $(\sigma-\delta)$ gemachte Voraussetzung fallen gelassen wird; man braucht dazu nur in das variable ω^2 den Faktor $\sin(\sigma-\delta):(\sigma-\delta)$ aufzunehmen, den man in weitgehender Näherung durch $\sin(\sigma-\eta):(\sigma-\eta)$ ersetzen kann.

Ist das Feld unveränderlich, also $x = \text{const}$, $\eta = \text{const}$, so folgt

$$\sigma = \eta + s\sin(\omega t+\beta) = \eta + s\sin\phi. \tag{3}$$

Es liegt nahe, die Form dieser Lösung auch im Falle eines veränderlichen Feldes beizubehalten und zu diesem Zwecke für die Amplitude s und den Phasenwinkel ϕ passende Funktionen von x und η einzuführen, auf deren Bestimmung dann die Aufgabe hinauskommt. Fügt man die weitere Bedingung

$$\dot{\sigma} = \omega s\cos\phi \tag{4}$$

hinzu, so definieren die hieraus in Verbindung mit (3) folgenden Werte von s und ϕ diejenige harmonische Schwingungsbewegung, die bei

dem augenblicklichen, durch ω und η gekennzeichneten Zustande des Feldes mit der tatsächlichen Bewegung nach Lage und Geschwindigkeit übereinstimmt, mit andern Worten diejenige, die vor sich gehen würde, wenn ω und η von nun an ihren derzeitigen Wert unverändert beibehielten. Man könnte sie nach Analogie eines in der theorischen Astronomie gebräuchlichen Ausdrucks die oskulierende Schwingung nennen.

Die hiernach bei dieser Deutung von s und ϕ für jeden Augenblick streng erfüllten und somit dauernd gültigen Gleichungen

$$(5) \qquad \sigma = \eta + s \sin \phi \qquad \dot{\sigma} = \omega s \cos \phi \qquad \ddot{\sigma} = -\omega^2 s \sin \phi$$

oder, wenn

$$(6) \qquad s \sin \phi = u \qquad s \cos \phi = v$$

gesetzt wird,

$$\sigma = \eta + u \qquad \dot{\sigma} = \omega v \qquad \ddot{\sigma} = -\omega^2 u$$

geben in dieser letzten Form sofort die Lösung

$$(7) \qquad \ddot{u} = -\omega^2 u - \ddot{\eta} \qquad v = (\dot{u} + \dot{\eta}) : \omega .$$

Wenn ω und η als analytische Funktionen der Zeit gegeben sind, ist damit die Aufgabe grundsätzlich erledigt. Dagegen gestattet diese Lösung keine unmittelbare Anwendung auf den gerade hier vorzugsweise betonten Fall eines ganz beliebigen unregelmäßigen Verlaufs jener Größen, wofern man nicht zur Integration der Differentialgleichung für u einen besonderen integraphenartigen Apparat schaffen will. Es erweist sich als zweckmäßig, in diesem Falle die Variabeln s und ϕ beizubehalten und das obige System der drei Grundgleichungen in seiner ersten Gestalt zu verwenden. Durch Differentiation der beiden ersten Gleichungen, und Einsetzung der dadurch für $\dot{\sigma}$ und $\ddot{\sigma}$ erhaltenen Ausdrücke in die beiden letzten folgt dann

$$\dot{s} \sin \phi + s\dot{\phi} \cos \phi = \omega s \cos \phi - \dot{\eta}$$
$$\omega \dot{s} \cos \phi - \omega s \dot{\phi} \sin \phi = -\omega^2 s \sin \phi - \dot{\omega} s \cos \phi$$

und hieraus weiter

$$(8) \qquad \begin{aligned} \dot{\phi} &= \omega + \frac{\dot{\omega}}{\omega} \sin \phi \cos \phi - \frac{\dot{\eta}}{s} \cos \phi \\ \frac{\dot{s}}{s} &= -\frac{\dot{\omega}}{\omega} \cos^2 \phi - \frac{\dot{\eta}}{s} \sin \phi . \end{aligned}$$

Für die praktische Verwendung dieser Lösung ist der Umstand von Wichtigkeit, daß die Amplitude s durch die Beobachtung der Umkehrpunkte mit guter Annäherung ermittelt werden kann und daher in der ersten Gleichung, in der s nur in einem kleinen Korrektions-

gliede auftritt, als bekannt gelten darf. Infolgedessen genügt im allgemeinen die Betrachtung dieser ersten Gleichung, die nur noch ϕ als Unbekannte enthält. Ihre Integration ergibt ϕ als Funktion von t und dem in ω steckenden Faktor α. Zwei Paare zusammengehöriger, beobachteter Werte von ϕ und t führen dann durch Elimination der Integrationskonstanten auf eine Gleichung für α, das damit bestimmt ist, worauf MH_0 durch

$$MH_0 = J\alpha^2 : (1 + \vartheta)$$

und in Verbindung mit einer andern, den Quotienten $M : H_0$ liefernden Beobachtung schließlich H_0 gefunden wird.

Eine weitere, mit demselben Grad der Annäherung mögliche Vereinfachung ergibt sich, wenn man in den Variationskurven die den Augenblicken der Durchgänge, d. h. den Werten $0, \pi, 2\pi \cdots \nu\pi \cdots$ von ϕ entsprechenden Stellen bei der Beobachtung anmerkt. Es können dann ω und η als bekannte Funktionen von ϕ gelten, und damit geht die erste Gleichung (8) in die folgende über:

$$dt = d\phi : \left(\omega + \frac{\dot{\omega}}{\omega} \sin\phi \cos\phi - \frac{\dot{\eta}}{s} \cos\phi\right), \tag{9}$$

in der die Variabeln getrennt sind, und die daher ohne weiteres durch mechanische Quadratur integriert werden kann.

Will oder kann man von diesen Vereinfachungen nicht Gebrauch machen, so ist das System (8) durch fortschreitende Näherung unter abwechselnder Berechnung von ϕ und s zu lösen. Es ist dabei beachtenswert, daß — von dem die gesuchte Unbekannte bildenden α im Gliede ω abgesehen — nicht die ihrem Werte nach nur genähert bekannten Größen ω und η in den Gleichungen auftreten, sondern nur die durch die ergänzenden Variationsbeobachtungen exakt bestimmten Werte von $\dot{\omega} : \omega$, d. i. $\frac{1}{2}\dot{x} : (1 + x)$ und $\dot{\eta}$.

2.

Beobachtbare Werte von ϕ sind — unter n eine ganze Zahl verstanden — $n\pi$ und $\left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \pi$. Jene entsprechen den Durchgängen durch die Gleichgewichtslage, diese den Umkehrpunkten. Da bei den letzteren keine scharfe Zeitbestimmung möglich ist, so kommen nur die ersteren in Betracht. Dabei tritt allerdings eine gewisse Verwicklung durch die Veränderlichkeit der Gleichgewichtslage ein. Es wäre ohne große Schwierigkeit möglich, diese durch eine nach den Angaben des Deklinationsvariometers erfolgende stetige Verschiebung der

Skala am Schwingungsapparat zu berücksichtigen. Indessen wird man sich unbedenklich damit begnügen dürfen, in der üblichen Weise den Augenblick des Durchgangs durch eine feste mittlere Marke (etwa an der durch $\sigma = 0$ definierten Stelle) zu beobachten und daran nachträglich eine dem gleichzeitigen (etwa aus den einschließenden Umkehrpunkten berechneten) η entsprechende Korrektion anzubringen[1].

Geht man nun zur Verwertung der erhaltenen Durchgangsbeobachtungen von Gleichung (9) aus, die in der Form

$$\alpha dt = d\phi : \left(\sqrt{1+x} + \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi - \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)$$

oder unter Beschränkung auf Glieder erster Ordnung

$$\alpha dt = d\phi\left(1 - \frac{x}{2} - \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi + \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)$$

geschrieben werden kann, so erhält man mit $\phi_1 t_1$ und $\phi_2 t_2$ als zusammengehörigen Werten

$$(10)\qquad \phi_2 - \phi_1 = \alpha(t_2 - t_1) + \int_{\phi_1}^{\phi_2}\left(\frac{x}{2} + \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi - \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)d\phi .$$

Für ϕ_1 und ϕ_2 kommen dem Gesagten zufolge nur Vielfache von π in Betracht. Ist n die Anzahl der zwischen den zwei beobachteten Durchgängen verflossenen Halbschwingungen, also $\phi_2 - \phi_1 = n\pi$, nennt man die gefundene mittlere Dauer $(t_2 - t_1) : n$ einer jeden T, und ist γ der durchschnittliche Betrag des Integrals

$$\gamma_\nu = \int_{(\nu-1)\pi}^{\nu\pi}\left(\frac{x}{2} + \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi - \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)d\phi , \qquad \nu = 1 \cdots n$$

so liefert (10) durch n dividiert

$$(11)\qquad \pi = \alpha T + \gamma ,$$

wodurch die Frequenz $\alpha = (\pi - \gamma) : T$ bestimmt ist. In der Praxis pflegt man nicht mit dieser Größe, sondern mit der zugehörigen, damit

[1] Auf die Technik der Beobachtung näher einzugehen, ist hier nicht der Ort. Es mag nur bemerkt werden, daß sie gegenüber den üblichen Verfahren (Aug'- und Ohrmethode und Chronographenregistrierung) wesentlich verfeinert werden muß, wenn die hier behandelte Verschärfung der rechnerischen Auswertung der Messung voll ausgenutzt werden soll. Das zweckmäßigste Verfahren ist die photographische Aufzeichnung der Bewegung, die alle Einzelheiten des Vorgangs festhält, insbesondere auch die Lage der Umkehrpunkte liefert. Man könnte aber auch (am besten unter Verwendung eines in annähernd demselben Tempo wie der Magnet schwingenden Hilfskörpers) das Prinzip des zu den feineren astronomischen Durchgangsbeobachtungen dienenden sogenannten unpersönlichen Mikrometers benutzen.

durch $\alpha T_0 = \pi$ verknüpften, sogenannten reduzierten Dauer T_0 der Halbschwingung zu rechnen, die dann

$$MH_0 = \pi^2 J : (1 + \theta) T_0^2$$

liefert. Für diese erhält man $T_0 = T\pi : (\pi - \gamma)$ oder mit unwesentlicher Vernachlässigung

$$T_0 = T + T\gamma : \pi . \tag{12}$$

Man wird sich indessen natürlich nicht damit begnügen, nur die Beobachtung des ersten und des letzten Durchgangs zu verwerten, sondern wird am besten sämtliche Durchgänge zur Bestimmung von α und T_0 heranziehen. Sind die dabei beobachteten Zeitpunkte $t_0, t_1 \cdots t_n$, ihre Fehler $\lambda_0, \lambda_1 \cdots \lambda_n$, so lautet das System der Fehlergleichungen

$$\nu\pi = \alpha(t_\nu - t_0 - z) + \gamma_0 + \gamma_1 + \cdots + \gamma_\nu + \alpha\lambda_\nu , \qquad \nu = 0, 1, 2 \cdots n$$

worin $\gamma_0 = 0$ ist und z, das mit λ_0 übereinstimmt, die Korrektion des Anfangspunktes (t_0) der Zeitzählung bedeutet. Ist nun T ein Näherungswert von T_0 und $t_\nu - t_0 = \nu T + \tau_\nu$, setzt man ferner $\gamma_0 + \gamma_\nu + \cdots + \gamma_\nu = \alpha\varepsilon_\nu$, d. h. hinreichend genähert $\varepsilon_\nu = T\cdot(\gamma_0 + \gamma_\nu + \cdots + \gamma_\nu) : \pi$, und berücksichtigt man, daß $\pi = \alpha T_0$ ist, so erhält man die Fehlergleichungen in der Form

$$\nu(T_0 - T) + z = \tau_\nu + \varepsilon_\nu + \lambda_\nu . \qquad \nu = 0, 1, 2 \cdots n$$

Die Bedingung $[\lambda\lambda] = \text{Min.}$ liefert die Normalgleichungen

$$[\nu\nu](T_0 - T) + [\nu] z = [\nu(\tau + \varepsilon)] = A$$
$$[\nu](T_0 - T) + n z = [(\tau + \varepsilon)] = B$$

mit der Lösung

$$T_0 = T + (nA - [\nu]B) : (n[\nu\nu] - [\nu]^2) = T + 6(2A - (n+1)B) : n(n^2 - 1). \tag{13}$$

Ganz ähnlich, nur im Ausdruck etwas weniger einfach, gestaltet sich die Rechnung, wenn man zwei durch eine längere Reihe von Schwingungen getrennte Sätze von Durchgängen beobachtet, wie das gewöhnlich (doch hier besser nicht) geschieht.

3.

Das Ziel und die Bedeutung der vorhergehenden Entwicklungen liegt darin, daß sie den Einfluß der Feldänderungen auf die Schwingungsdauer in praktisch durchführbarer Weise, insbesondere mit einem mäßigen Arbeitsaufwand, auch dann zu berechnen gestatten, wenn diese Änderungen ganz regellos verlaufen. Sie sind aber natürlich auch auf regelmäßige Vorgänge anwendbar, und wennschon sie bei diesen vorwiegend bekannte, auf anderem Wege oft einfacher abzu-

leitende Ergebnisse liefern, so ist es doch nicht ganz zwecklos, einige besonders wichtige Fälle hier als Beispiel zu behandeln.

1. Momentane Änderungen (Sprünge). Innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne Δt ändere sich die Horizontalintensität um ΔH, ihre Richtung um $\Delta\delta$, während beides vorher und nachher konstant sei. Die dadurch in Phase und Amplitude bewirkten Sprünge seien $\Delta\phi$ und Δs. Mit $\Delta H : H_0 (1+\theta) = \Delta x$ und $\Delta\delta : (1+\theta) = \Delta\eta$ erhält man sogleich durch Integration der Gleichungen (8) bei verschwindend angenommenem Δt

$$(14)\qquad \begin{aligned} \Delta\phi &= \frac{\Delta x}{2}\sin\phi\cos\phi - \frac{\Delta\eta}{s}\cos\phi \\ \Delta s &= \frac{s\Delta x}{2}\cos^2\phi - \Delta\eta\sin\phi\,. \end{aligned}$$

Speziell gilt für einen Sprung im Augenblick des Durchgangs durch die Gleichgewichtslage, d. h. für

$$(15a)\qquad \phi = 0 \text{ oder } \phi = \pi: \qquad \Delta\phi = \mp\Delta\eta : s \qquad \Delta s = \frac{1}{2}s\Delta x$$

und für einen solchen im Augenblick der Umkehr, d. h. für

$$(15b)\qquad \phi = \frac{1}{2}\pi \text{ oder } \phi = \frac{3}{2}\pi: \qquad \Delta\phi = 0 \qquad \Delta s = \mp\Delta\eta\,.$$

Diese Gleichungen enthalten die Theorie der bekannten Methoden zur planmäßigen Erregung und Beruhigung von Schwingungen.

2. Einzelwelle (Pulsation). Es mag genügen, eine Schwankung der Kraftrichtung bei unveränderter Intensität zu betrachten, und zwar zunächst eine halbe Sinuswelle, die auf einen im übrigen gleichförmigen Verlauf aufgesetzt ist. Die Schwankung setze in dem Augenblick ein, in dem ϕ den Wert ϕ_0 erreicht hat und endige, nachdem ϕ auf ϕ_1 angewachsen ist. Ihre Dauer sei τ, die Frequenz also $\varepsilon = \pi : \tau$. Den ersten Augenblick wähle ich zum Anfangspunkt der Zeitzählung. Es ist also $\eta = \eta_0 =$ const für $t < 0$ und $t > \tau$, dagegen $\eta = \eta_0 + c\sin\varepsilon t$ für $0 < t < \tau$, ferner $\omega = \alpha =$ const. Ohne die Störung würde $\phi_1 = \phi_0 + \alpha\tau$ sein; der Einfluß der Pulsation wird demnach durch die Differenz $\phi_1 - \phi_0 - \alpha\tau$, die ich $\Delta\phi_1$ nennen will, dargestellt.

Man hat nun

$$\dot\phi = a - \frac{\dot\eta}{s}\cos\phi\,.$$

Vernachlässigt man in erster Näherung in dem Korrektionsgliede die Veränderung, die s während des Zeitraums τ erfährt, und setzt man darin $\phi_0 + \alpha t$ an Stelle von ϕ_1, so erhält man

$$d\phi = \left[\alpha - \frac{c\varepsilon}{s} \cos \varepsilon t \cos (\phi_0 + \alpha t)\right] dt ,$$

$$\phi_1 - \phi_0 = \alpha\tau - \frac{c\varepsilon}{2s}\int_0^\tau [\cos(\phi_0 + \alpha t + \varepsilon t) + \cos(\phi_0 + \alpha t - \varepsilon t)]\, dt$$

$$\phi_1 - \phi_0 - \alpha\tau = -\frac{c\varepsilon}{2s}\left[\frac{\sin(\phi_0 + \alpha t + \varepsilon t)}{\alpha + \varepsilon} + \frac{\sin(\phi_0 + \alpha t - \varepsilon t)}{\alpha - \varepsilon}\right]_0^\tau ,$$

d. h., da $\varepsilon\tau = \pi$ und hinreichend nahe $\phi_0 + \alpha\tau = \phi_1$ ist.

(16a) $$\Delta\phi_1 = \frac{c}{s} \cdot \frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2} (\sin\phi_0 + \sin\phi_1) .$$

Ebenso findet man als Einfluß einer vollen Sinusschwingung von derselben Amplitude c und der Dauer 2τ die Phasenverschiebung

(16b) $$\Delta\phi_2 = \frac{c}{s} \cdot \frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2} (\sin\phi_0 - \sin\phi_2) ,$$

wenn ϕ_2 die Phase am Ende der Schwankung ist.

Für die Änderung der Amplitude ergeben sich in derselben Weise bei einer halben und einer ganzen Welle die Beträge

(17) $$\Delta s_1 = -c \cdot \frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2} (\cos\phi_0 + \cos\phi_1)$$
$$\Delta s_2 = -c \cdot \frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2} (\cos\phi_0 - \cos\phi_2) .$$

Auf eine Diskussion dieser Ausdrücke, die manche interessante Einzelergebnisse liefert, muß hier verzichtet werden.

3. Periodische Schwankungen. Im Gegensatz zum vorigen Falle handelt es sich hier um den quasistationären Zustand bei unbegrenzter Fortdauer gleicher Pulsationen. Wird die Betrachtung wieder auf den rechnerisch einfachsten Fall konstanter Intensität beschränkt, also wie vorher $\omega = \alpha = \text{const}$ und $\eta = \eta_0 + c \sin \varepsilon t$ gesetzt, so folgt

$$\ddot{u} = -\alpha^2 u - \ddot{\eta} = -\alpha^2 u + c\varepsilon^2 \sin \varepsilon t .$$

Die Integration ergibt mit s_0 und β als willkürlichen Konstanten

(18a) $$u = s_0 \sin(\alpha t + \beta) + \frac{\varepsilon^2}{\alpha^2 - \varepsilon^2} c \sin \varepsilon t = s \sin \phi ,$$

und durch Substitution dieses Wertes in $r = (\dot{u} + \dot{\eta}) : \alpha$ folgt weiter

(18b) $$r = s_0 \cos(\alpha t + \beta) + \frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2} c \cos \varepsilon t = s \cos \phi ,$$

wodurch s und ϕ bestimmt sind.

Bildet man noch

$$(18c) \qquad \sigma = u + \eta = s_0 \sin(\alpha t + \beta) + \frac{\alpha^2}{\alpha^2 - \varepsilon^2} c \sin \varepsilon t,$$

so erkennt man darin die bekannte Lösung des Problems der erzwungenen Schwingungen. In der Tat ist ja die Verlegung der Gleichgewichtslage um $c \sin \varepsilon t$ gleichwertig mit einer störenden Kraft von der Frequenz ε und der Intensitätsamplitude $\alpha^2 c$, wenn α die Eigenfrequenz des schwingenden Systems ist.

4. Pendelschwingungen. Die bei diesen geltende Bewegungsgleichung $\ddot{\sigma} = -\alpha^2 \sin \sigma$ läßt sich, wie schon früher bemerkt wurde, unter die hier behandelte Aufgabe einreihen, indem man $\omega^2 = \alpha^2 \sin \sigma : \sigma$ setzt. In erster Annäherung gilt dann mit s als der Amplitude

$$\phi = \alpha t, \quad \sigma = s \sin \phi, \quad \omega = \alpha\left(1 - \frac{1}{12} s^2 \sin \phi\right) \qquad \dot{\omega} : \omega = -\frac{\alpha}{6} s^2 \sin \phi \cos \phi$$

und damit folgt aus Gleichung (9)

$$\alpha dt = d\phi\left(1 + \frac{1}{12} s^2 \sin^2 \phi + \frac{1}{6} s^2 \sin^2 \phi \cos^2 \phi\right).$$

Durch Integration über eine Halbschwingung, d. h. von $\phi = 0$ bis $\phi = \pi$, ergibt sich, wenn T deren Dauer ist,

$$\alpha T = \pi + \frac{1}{12} s^2 \cdot \frac{\pi}{2} + \frac{1}{6} s^2 \cdot \frac{\pi}{8} = \pi\left(1 + \frac{1}{16} s^2\right)$$

oder, wenn der zu $s = 0$ gehörige Wert von T, d. i. $\pi : \alpha$, durch T_0 bezeichnet wird,

$$(19) \qquad T_0 = T\left(1 - \frac{1}{16} s^2\right),$$

die bekannte, zur Reduktion der Schwingungsdauer auf unendlich kleinen Bogen dienende Formel.

4.

In den bisherigen Betrachtungen ist stillschweigend vorausgesetzt worden, daß die Schwingungen ungedämpft seien. Nicht nur das theoretische Interesse, sondern gerade auch die Rücksicht auf praktische Anwendungen fordert nunmehr die Untersuchung der allgemeineren, auf diese Annahme verzichtenden Aufgabe. Man kann dabei durchaus im Rahmen der früheren Darstellung bleiben, indem man nur die Differentialgleichung der Bewegung durch das Dämpfungsglied ergänzt, so daß an Stelle von (2)

$$(20) \qquad \ddot{\sigma} = -\omega^2(\sigma - \eta) - 2q\dot{\sigma}$$

tritt. Das hat zur Folge, wie man beim Überblicken der anschließenden Entwicklung erkennt, daß die Gleichungen (8) eine entsprechende Erweiterung erfahren und in die folgenden übergehen:

$$\tag{21} \begin{aligned} \dot{\phi} &= \omega + \left(\frac{\dot{\omega}}{\omega} + 2q\right) \sin\phi \cos\phi - \frac{\dot{\eta}}{s} \cos\phi \\ \frac{\dot{s}}{s} &= -\left(\frac{\dot{\omega}}{\omega} + 2q\right) \cos^2\phi - \frac{\dot{\eta}}{s} \sin\phi\,. \end{aligned}$$

Als Anwendung mag der einfache Fall der gedämpften Schwingung im konstanten Felde dienen. Mit $\omega = \alpha = \text{const}$ und $\eta = \text{const}$ liefert die erste dieser Gleichungen

$$\dot{\phi} = \alpha + 2q \sin\phi \cos\phi$$

oder

$$dt = d\phi : (\alpha + q \sin 2\phi).$$

Die Integration zwischen den Grenzen 0 und π von ϕ gibt mit T als der Dauer der gedämpften und $T_0 = \pi : \alpha$ als derjenigen der freien halben Schwingung[1]

$$\tag{22} \begin{aligned} T &= \pi : \sqrt{\alpha^2 - q^2} = T_0 \alpha : \sqrt{\alpha^2 - q^2} \\ T_0 &= T\sqrt{1 - k^2}\,, \end{aligned}$$

vorausgesetzt, daß $q : \alpha = k < 1$ ist. Es ist dies bekanntlich die Bedingung dafür, daß die Bewegung nicht aperiodisch ist, sondern daß wirkliche Schwingungen stattfinden.

Die vorstehende Lösung kann indessen nicht als sachgemäß angesehen werden. Der Natur der Aufgabe entspricht es offenbar, die oskulierende Schwingung nicht als ungedämpft, sondern gleich der tatsächlichen Bewegung und in demselben Grade wie diese als gedämpft anzunehmen.

Die dieser Absicht entsprechende Form der Grundgleichungen ergibt sich leicht aus der Betrachtung des Gleichungssystems

$$\sigma = e^{-qt} \sin \alpha t \qquad \dot{\sigma} = e^{-qt} (\alpha \cos \alpha t - q \sin \alpha t)$$
$$\ddot{\sigma} = -e^{-qt}[(\alpha^2 - q^2) \sin \alpha t + 2\alpha q \cos \alpha t] = -(\alpha^2 + q^2)\sigma - 2q\dot{\sigma}\,,$$

das eine gedämpfte Schwingung in konstantem Felde darstellt.

Es ist danach offenbar zweckmäßig, im allgemeinen Falle, in dem nur noch der Dämpfungskoeffizient q als konstant gelten soll, die Bewegungsgleichung in der Form

$$\tag{23} \ddot{\sigma} = -(\omega^2 + q^2)(\sigma - \eta) - 2q\dot{\sigma}$$

anzusetzen und die oskulierende Schwingung durch

[1] Das Integral der rechten Seite findet man u. a. bei E. Heine, Handbuch der Kugelfunktionen, 1. Teil § 6 (1. Auflage, S. 13, Gl. 4a) abgeleitet.

(24) $\sigma = \eta + s \sin \phi \qquad \dot{\sigma} = s(\omega \cos \phi - q \sin \phi) \qquad s = re^{-qt}$

zu definieren. Wird u für $r \sin \phi$ und v für $r \cos \phi$ geschrieben, so lauten die drei Gleichungen einfacher

$$\sigma = \eta + ue^{-qt} \qquad \dot{\sigma} = e^{-qt}(\omega v - qu) \qquad \ddot{\sigma} = -e^{-qt}[(\omega^2 - q^2)u + 2q\omega v].$$

Durch Differentiation der ersten nach der Zeit und Vergleichung mit der zweiten folgt

$$\dot{\eta} + \dot{u}e^{-qt} - que^{-qt} = e^{-qt}(\omega v - qu), \text{ also } \omega v = \dot{u} + \dot{\eta}e^{qt}$$

und durch nochmalige Differentiation und Vergleichung mit der dritten

$$\ddot{\eta} + \ddot{u}e^{-qt} - 2q\dot{u}e^{-qt} + q^2ue^{-qt} = -e^{-qt}[(\omega^2 - q^2)u + 2q\omega v]$$
$$= -e^{-qt}(\omega^2 - q^2)u - 2q\dot{u}e^{-qt} - 2q\dot{\eta}.$$

Die so erhaltene Lösung

(25) $\ddot{u} = -\omega^2 u - e^{qt}(\ddot{\eta} + 2q\dot{\eta}) \qquad v = (\dot{u} + \dot{\eta}e^{qt}) : \omega$

stimmt, wie der Vergleich mit (7) zeigt, in ihrer Form durchaus mit derjenigen überein, die sich im Falle der ungedämpften Schwingungen ergab; es treten nur statt der bekannten Funktionen $\ddot{\eta}$ und $\dot{\eta}$ zwei andere, daraus unmittelbar abzuleitende, also gleichfalls vollständig bekannte Ausdrücke ein. Daß diese den mit der Zeit wachsenden Faktor e^{qt} enthalten, erinnert daran, daß dieselbe Verschiebung der Gleichgewichtslage einen um so größeren Einfluß hat, je kleiner die Amplitude der Schwingung ist, ein Umstand, der auch in den früheren Ergebnissen schon darin zum Ausdruck kam, daß $\dot{\eta}$ nur in der Verbindung $\dot{\eta} : s$ auftrat.

Sind ω und η nicht analytisch gegeben, so ist es, wie im früheren Falle, zweckmäßig, die Variabeln ϕ und s beizubehalten. Um die für diese geltenden Differentialgleichungen zu entwickeln, eliminiert man am besten σ einerseits aus den beiden ersten Gleichungen (24), anderseits aus

$$q\sigma + \dot{\sigma} = q\eta + \omega s \cos \phi \quad \text{und} \quad q\dot{\sigma} + \ddot{\sigma} = -\omega^2 s \sin \phi - q\omega s \cos \phi.$$

Man erhält so

$$\dot{s} \sin \phi + s\dot{\phi} \cos \phi = \omega s \cos \phi - qs \sin \phi - \dot{\eta}$$
$$\omega \dot{s} \cos \phi - \omega s\dot{\phi} \sin \phi = -\omega^2 s \sin \phi - q\omega s \cos \phi - \dot{\omega} s \cos \phi - q\dot{\eta}$$

und daraus folgt die gesuchte Lösung

(26)
$$\dot{\phi} = \omega + \frac{\dot{\omega}}{\omega} \sin \phi \cos \phi - \frac{\dot{\eta}}{s}\left(\cos \phi - \frac{q}{\omega} \sin \phi\right)$$
$$\frac{\dot{s}}{s} = -q - \frac{\dot{\omega}}{\omega} \cos^2 \phi - \frac{\dot{\eta}}{s}\left(\sin \phi + \frac{q}{\omega} \cos \phi\right),$$

die durch Einführung von r statt s gemäß $s = re^{-qt}$ in die mit (8) noch näher übereinstimmende Form

$$(27)\quad \begin{aligned} \dot{\phi} &= \omega + \frac{\dot{\omega}}{\omega}\sin\phi\cos\phi - \frac{\dot{\eta}e^{qt}}{r}\left(\cos\phi - \frac{q}{\omega}\sin\phi\right) \\ \frac{\dot{r}}{r} &= -\frac{\dot{\omega}}{\omega}\cos^2\phi - \frac{\dot{\eta}e^{qt}}{r}\left(\sin\phi + \frac{q}{\omega}\cos\phi\right) \end{aligned}$$

übergeht. Bis auf kleine Größen 2. (wenn q, wie bei magnetischen Messungen stets, klein gegen ω ist, 3.) Ordnung kann im letzten Gliede ω durch die Konstante α ersetzt werden. Schreibt man tg $\varkappa$ statt $q:\alpha$, so lautet der Faktor von $\dot{\eta}e^{qt}:r$ in der ersten Gleichung $\sec\varkappa\cos(\phi+\varkappa)$, in der zweiten $\sec\varkappa\sin(\phi+\varkappa)$.

Die an (8) anknüpfenden Ausführungen bleiben im wesentlichen auch hier gültig, so daß es nicht nötig ist, nochmals auf die darin behandelten Fragen einzugehen. Es ist nur zu beachten, daß die Umkehrpunkte nicht mehr den Werten $\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi$, sondern $\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi - \varkappa$ von ϕ entsprechen.

Auch bei den in Abschnitt 3 betrachteten speziellen Anwendungen führt die Berücksichtigung der Dämpfung zu keinen neuen Gesichtspunkten; es darf daher gleichfalls davon abgesehen werden, sie mit Hilfe der letzten allgemeinen Formeln nochmals zu behandeln.

Ausgegeben am 29. November.

1917.
XLVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. November. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Morf sprach zu 'Lessings Urteil über Voltaire'.

Es wird die Vorgeschichte und der Verlauf der persönlichen Beziehungen des Studiosus Lessing zu Voltaire (1751) in Berlin dargestellt. Der Bruch der beiden erfolgte Ende des Jahres bekanntlich durch Lessings Verschulden. Eine objektive Würdigung aller Umstände macht Voltaires Verhalten bei dem peinlichen Vorgang sehr erklärlich. Daß Lessing seit dem Begebnis Voltaire gehaßt habe, findet in der Überlieferung der nächsten Jahre keine Bestätigung. Wenn Lessing später den einst bewunderten Tragödiendichter Voltaire gereizt und spöttisch abtut, so ist an dieser Wandlung des Urteils der Vorfall von 1751 nicht beteiligt. Nicht um sich für eine angebliche Unbill an Voltaire zu rächen, zerpflückt er 1767 so schonungslos dessen Trauerspiele und Kunstlehren, sondern weil er, reifer und kritischer geworden, durch den Tragiker Shakespeare zu einer neuen Kunstreligion bekehrt worden war.

Zur keltischen Wortkunde. VII.

Von Kuno Meyer.

(Vorgetragen am 8. November 1917 [s. oben S. 577].)

131. Ir. *Adomnān* n. pr. m.

In dem zweiten Eintrag seines etymologischen Glossars erklärt Cormac diesen Namen, den er *Adamnán* schreibt, als ein Deminutiv von Adam, ir. *Ādam*. Dagegen spricht sowohl die Kürze des anlautenden *a*[1] als die Tatsache, daß die älteste Form des Namens *Adomnān* lautet. So schrieb der Biograph Columbas nach der von Dorbbēne vor 713 angefertigten Abschrift seinen Namen selbst[2], und so lautet er in allen andern ältesten und besten Handschriften[3]. Von sonstigen Trägern des Namens sind mir bekannt geworden: *Adomnanus episcopus Rātho Maige Ōinaig* (AU 730), *Adomnān macc Alddailed* (ib. 835), *Adomnān macc Colachtaig* (Rawl. 502, 161b 15), den LL 335a *Adamnān macc Clothachtaig* schreibt, und *Adamnanus de genere Scottorum*, der im Kloster Coldingham als Mönch lebte (Beda, Hist. Eccl. IV, cap. 25). Hier gebraucht Beda wohl mit Anlehnung an Adam schon die spätere Form, die schließlich die ältere ganz verdrängt. Als Kuriosität sei erwähnt, daß Alcuin den Namen *Ădamnănus* skandiert, ähnlich wie *Chĕrănus* statt *Cērānus* (Trip. Life, S. 503).

Der Ursprung des Namens ist klar. Es ist eine Koseform auf *-ān* zu dem Vollnamen *Adomnae*, der in dem Ortsnamen *Rāith Adomnae* (Baile in Scáil § 51) vorkommt. Eine Koseform auf *-īn* liegt in dem latinisierten *Adomnini* LL 360e vor. Der *iā*-Stamm *ad-omnae*, der wie *ess-omne*, kymr. *ehofnedd*, gebildet ist, bedeutet 'großer Schrecken'[4], so daß der Name sich der Bedeutung nach zu *Erudān* (*Irudān* Rawl. 502, 130a 51) stellt.

---

[1] Bekanntlich nimmt Cormac bei seinen Etymologieen keine Rücksicht auf die Quantität der Vokale, wie er z. B. den Namen *Morand* (§ 863) aus *mōr* und *find* herleitet.

[2] Vita Sancti Columbae, ed. Reeves, cap. 1, S. 16, und cap. 49, S. 95.

[3] Siehe z. B. Rawl. B 502, 106b 18; Thes. Pal. II 283, 15; AU und Tig. an allen Stellen. So ist auch Fél. Sept. 23 mit den besten Handschriften zu lesen. In *Fís Adamnáin* schreibt LU *Adomnán*, LB *Adamnán*. In *Cáin Ad.* steht von § 17 an fast durchweg die ältere Form.

[4] Das Wort ist in den Contribb. belegt, wo *adamnae* aus Colmans Hymnus hinzuzufügen ist, das im Thes. Pal. II 300, 6 nicht richtig mit 'famine' übersetzt wird.

132. Altir. *ossud* m. 'Aussetzen'.

Ascoli (S. CXXIV) wollte dieses Wort zu *ara-ossa* 'quae manet' Ml 134 d 7 stellen. Es ist aber das Nomen zu dem mit *uss*- komponierten Verbalstamm *suid*- (Pedersen § 837) und bedeutet also ursprünglich 'Aussetzen'. Die gewöhnliche Bedeutung 'Waffenstillstand' (*treuga*, Ir. Gl. 137) geht also auf 'Aussetzen (des Kampfes)' zurück. So heißt es CZ VI 94, 12 auch geradezu *comosudh*[1] *comraic*. Ebenso klar liegt die ursprüngliche Bedeutung an einer Stelle in der ältesten Version von Tochmarc Ētāine (Ir. T. I 126, 16) vor. Es heißt dort: *Acht ní ba issint ossud na firflatha dogéntar a col*, was nicht mit Windisch als Einschiebsel anzusehen ist, sondern noch zur Rede Ētāins gehört. Sie will sagen: 'Der König ist außer Landes, und in seiner Abwesenheit dürfen wir seine Ehre nicht verletzen,' wörtlich: 'Aber es soll nicht in dem Aussetzen der wahren Königsherrschaft sein, daß ihre Verletzung getan wird.'

133. Altir. **Uirc* 'die Orkaden'.

Diese Inseln heißen im Gen. *Orc*[2] (*fecht Orc*, AU 579), im Dat. *Orcaib* (*bellum for Orcaib*, ib. 708). Der Akk. lautet in Rl 512, 84 a 1 *Orcca* (*for Firu Bolc 7 for Orcca*), was für altir. *Orccu* stehen wird. Danach wäre ein Nom. **Uirc* anzusetzen mit der Bedeutung 'Schweinchen', indem die Inseln mit ihren niedrig gewölbten Hügelrücken einer Herde Schweine verglichen wurden[3]. Dazu sind Ortsnamen wie *Mucc Chromb*, LU 56 a 14 und *Muc-druimm*, Hogan Onom. 543 b zu vergleichen. Wenn der in AU 716 für einen Felsen vorkommende Name *Minuirc*[4] so richtig geschrieben ist, würde er 'kleine Schweinchen' bedeuten, vielleicht weil die Formation der Felsenmasse an eine Herde Ferkel erinnerte. In der Handschrift R steht aber *min uirc*.

134. *ēitim* m. 'unvorhergesehene Gefahr'.

In H 2.15, 117 b findet sich eine Glosse *eataim. i. tuitim* und P. O'Connell verzeichnet ein Wort *eitim. i. baoghal*, das, wie Stokes, Lism. L. S. 320 erkannt hat, in der Phrase *do gabāil etma for nech* (ib. Z. 38) vorliegt. Nur ist *ētaim* und *ēitim*, Gen. *ētma*, anzusetzen, da wir es

---

[1] Oft fälschlich *comfossud* oder *comsossud* geschrieben, wie auch Marstrander im Wörterbuch 70, 16 druckt, obwohl eine andere Handschrift richtig *comhossadh* hat.

[2] Wie auch in dem besonders später gewöhnlichen *Insi Orc*.

[3] *orc* bedeutet besonders das junge Schwein, Ferkel, dann verallgemeinert das Junge eines Tieres. Vgl. *cumlachtaid nomen do orc muice*, Corm. 306.

[4] *in lapide qui vocatur Minuirc*.

offenbar mit einer Zusammensetzung aus *en-* und *-tuim*, der Kompositionsform des Verbalnomens zu *dofuit*, zu tun haben, die also wörtlich 'Hineinfallen' bedeutet. Eine zweite Belegstelle findet sich FM V 1674, 16 (im Thes. Pal. II 333 n. e. falsch zitiert): *tárraidh tra mac iarla Desmumhan ēitim ngabálá ar dhaghbhaile daingen* 'took by surprise'; und eine dritte LL 151 a 25 in einem Cūān hūa Lothchāin zugeschriebenen Gedichte: *ba gabūil ētma don rig | immar tharras ina thīr*; 'es war ein unerwarteter Angriff für den König, wie er in seinem Lande überfallen wurde'.

135. Altir. *soirb*, *doirb*.

Ascoli wollte diese bekannten Wörter (CCVIII) aus den Vorsilben *so-* und *do-* und einem Verbalstamme *reb-*, *rib-* herleiten, den er in *tothrebach* Ml 129 d 9 zu finden glaubte, das Sarauw, Irske Studier S. 71, seitdem überzeugend als *to-thre-bach* zum Verbalstamm *-bong* gehörig erklärt hat. Unsere Wörter sind vielmehr aus **su-* und **du-srib* entstanden und stellen sich zu *srib* 'fließendes Wasser, kleiner Fluß' (engl. stream)[1], so daß sie 'leicht'- und 'schwerfließend' bedeuten. Über *so-* und *do-* vor hellem Vokal vgl. H. Hessen, Zeitschr. IX S. 75.

136. Mittelkymr. *mackwyf*, altir. *maccōim*.

Das kymrische Wort ist, wie Pedersen II 16 gewiß richtig vermutet, aus dem Irischen entlehnt. Nur irrt er[2], wenn er es aus *macc cōim* (Wb 27 b 16)[3] herleitet. Neben diesem lag ein Kompositum *maccōim*, in dem *macc* das Bestimmungswort ist, das Substantiv *cōim* 'Liebling, Freund'[4] den Hauptbegriff ausmacht, das Ganze also etwa 'Knabenliebling' bedeutet. *Maccōem* ist bei Windisch mehrfach belegt. Ich füge noch hinzu *Cūchulaind clothmaccāem Crōebrūade* RC XIV 398 § 1 und aus einem Gedichte Muiredach Albanachs:

atchonnairc āenmacāem ālainn ar fōt in chrainn sair is siar.

137. Altir. *ælscud* m. 'innere Glut'.

Ascoli und Pedersen leiten dieses Wort aus *ess-loscud* her, indem sie das *æ* als *ē* fassen. Die Ligatur steht aber hier wie öfters trotz eines einmaligen *élscoth* (s. unten) für *e*, wie die spätere Schreibung *ellscoth* zeigt. Auch gibt 'Ausbrennen' keinen guten Sinn. Es ist viel-

[1] Vgl. *cethri sreba sīrsrotha*, SR 996.

[2] Ebenso Loth, RC 36, 401.

[3] Vgl. *tír na maccu cōema*, Otia I 123 § 9.

[4] Wie in *romertsam cōem diar ngnāthaib*, SR 3623, *dia chāim no dia charait* ib. 4144 oder in *ba-sa cōim i tig Choirpri Mūsc*, Corm. § 883, wo freilich Thurneysen, Festschr. f. E. Windisch S. 29 'lieblich' übersetzt. S. auch meine Contribb. s. v.

mehr **en-loscud* anzusetzen, wodurch das Wort in übertragenem Sinne unserem 'Inbrunst' entspricht. Die Grundbedeutung ist also 'inneres Brennen, innere Hitze, Glut', wie z.B. in Tenga Bithnūa § 100: *elscoth*[1] *7 rothes ina corpaib*, oder RC 502, 80b 50: *elscoth inna gréine*. Dann vom Brennen des Durstes: *ellsgodh*[2] *itad móire*, RC IX 18 § 13; von fleischlicher Begierde *ni choemnacair cotlad etir lasin élscoth*[3], Fél.[2] 40, 24. Schließlich metaphorisch: *im andad 7 im ellscoth dēserce*, Anecd. II 19 = Trip. 62, 9. Von Ableitungen wäre außer dem von Windisch schon gebuchten *elscothach* 'gierig' (*sad elscothach allaid* 'eine gierige Wölfin' YBL 208a 49) noch *elscothugud* 'Begierde' zu erwähnen, z.B. *intan genes nech óa thustidib collaide tria oelscuchad chollaide* LB 257b 65; im Gen. *gresacht diumais 7 esciallaige 7 elscothachda* (*-tha*), Alex. 870.

Von anderen Zusammensetzungen mit *loscud* erwähne ich zur Ergänzung von Pedersens Liste (§ 768) noch *tollscud* für 'versengenden' Spott, Arch. III 296 § 6, und *for-loscud* 'Verbrennen' (*etir guin 7 gait 7 f.*, Cáin Ad. § 36).

138. Altir. *medam* m. 'Richter'.

Dieses bisher nicht gebuchte Wort liegt in einem altirischen Hymnus auf Columb Cille vor, der Zeitschr. VIII, S. 197 abgedruckt ist. Es heißt dort in Str. 11: *búachail manach, medam cléirech* 'Hirte der Mönche, Richter der Geistlichen'.

Das Wort ist mit dem bekannten nomina agentis bildenden Suffixe *-am* von der $\sqrt{}$ *med-* 'messen, richten' abgeleitet. Es läßt sich nicht entscheiden, ob wir es mit einem *n-* oder *o*-Stamm zu tun haben, wie letzterer z.B. in dem Worte *legam* 'Motte' (NPl. *legaim* Tec. Corm. § 118) vorliegt, das ich in den 'Illinois Studies 1917' zur $\sqrt{}$ *leg-* (Ped. § 758) gestellt habe. Zu der Bedeutung 'Richter' vgl. osk. *med-diss*. Vielleicht aber ist der Sinn vielmehr 'Berater' oder 'Walter' wie in μέδων.

139. Altir. *lūadam* m. 'Fahrer'.

Dies ist ein anderes mit *-am* gebildetes Nomen, das sich zum Verbalstamm *lūaid-* 'bewegen' (Ped. § 770) stellt. Es kommt in einem Verse SC § 37 (Ir. T. I 221, 2) vor, wo es von einem Wagenkämpfer (*cairptech*) heißt: *ālaind lūadam lūades blāi*

'Herrlich der Fahrer[4], welcher das Feld befährt'.

---

[1] Nicht etwa mit Stokes als 'lust' zu fassen, der dadurch verleitet wird, *co nach rodaim nach cenēl aile* mit 'so that (the womankind of) no other nation has endured them' zu übersetzen.

[2] Auch YBL 87a (*co tánic fallscad itad dóib*) ist *fallscad* als *ellscod* zu fassen.

[3] Das Längezeichen steht in der Handschrift, wie ich mich überzeugt habe.

[4] Oder vielleicht mit poetisch vorangestelltem Adj. 'Ein herrlicher Fahrer'.

140. Altir. ***Lī ban*** n. pr. f.

Ich erwähne diesen bekannten Frauennamen hier, weil er von allen Herausgebern und Übersetzern bisher *Liban* gedruckt worden ist[1]. Daß vielmehr *Lī ban* zu schreiben ist, zeigen die debide-Reime (*Lī*) *ban*: *galar* (Ir. T. I 209, 6), *bammar* (ib. 219, 22). Der Name bedeutet also 'Glanz der Frauen'. Ein echtes Kompositum mit *lī* liegt wohl in dem Personennamen *Licorp* (Rl 502, 162f 52) aus *Līy-chorp* 'Glanzkörper' vor.

141. Altir. ***cāirchaire*** m. 'Schafhirte'.

Dieses vom Stamm *cāirac-* 'Schaf' hergeleitete nomen actionis auf *-aire* kommt Rl 502, 92f 42 = LL 367c vor: *Colmān cāirchaire Brigte*; ferner *Mochollo c. Munnu*, Rl 93g2 = LL 368c.

142. Mittelir. ***madrogair*** 'Alraune'.

Dies aus lat. *mandragora* entlehnte Wort findet sich LB 124a 19 (und 38), wo es nach Gen. XXX, 14 heißt: *treb Rubēn, ba hē a merce side madrogair* 'das Feldzeichen des Stammes Ruben war die Alraunwurzel'.

143. Altir. ***dam-rai*** 'Hirschfeld'.

In der Liste von gleichnamigen irischen Heiligen wird ein *Molūa Damrai*[2] aufgeführt. In dem Epitheton handelt es sich um einen sonst nicht belegten Ortsnamen, dessen Nom. aber nicht mit Hogan[3], Onom. 337a, als *Damra*, sondern als *Damrai* anzusetzen ist, einem Kompositum aus *dam* 'Hirsch' und *rōi* 'Feld'.

144. Fernassimilation im Irischen.

Zu dem bekannten Beispiel dieser Erscheinung, welches in *lilithir* statt *lirithir* vorliegt, kommt noch *lōla* statt *lōra* SR 2940. Wie Leah dort in Z. 7468 das Epitheton *lōr* führt, so heißen sie und Rahel hier *dī ingen lōla Labāin*.

145. Altir. ***ētched, ētged.***

Dies gewöhnlich 'Vernachlässigung' übersetzte Wort ist wohl aus *ess-* und *teched*[4] zusammengesetzt, so daß es ursprünglich 'Ausflucht' bedeutet, dann wohl 'sich durch Ausflüchte einer Sache entziehen'.

[1] Im Index of Persons zu Fél.[2] und Gorman setzt Stokes *Lí-bán* an.
[2] Rl 502, 93d 12 = LL 386a 6.
[3] Bei Marstrander fehlt das Wort.
[4] Auch gelegentlich *teged* geschrieben, wie z. B. SR. 6220.

Andere Komposita dieses Stammes zeigen die Form *-tech*, *-tuch*, wie *anamthach* 'Seelenflucht', worüber ich in den Illinois Studies 1917, Philological notes § 18 gehandelt habe.

146. Altir. *Bō-guine* n. pr. m.

Warum Marstrander in der Torp-festskrift S. 249 meine Aufstellung dieses Namens, der ohne jeden Zweifel aus heidnischer Zeit stammt, 'Rinderschlächter' bedeutet und gewiß dem gr. βουφόνος[1], skr. *gōghnas* entspricht, als 'nicht trauenswürdig' und 'nicht hinlänglich gestützt' bezeichnet, sagt er nicht, und ich kann es nicht erraten. Es sind doch in den Contribb. genügend viele und gute Belegstellen gegeben. Zu ältest tritt der Name etwa um 400 als Epitheton auf. Ēnna, einer der Söhne Conall Gulbains, führt diesen Beinamen (Ēnna Bōguine Rawl. 502, 89f 44, 144d 21), wird aber auch kurz Bōguine genannt (so nicht weniger als fünfmal ausgeschrieben LL 347 und Zeitschr. X 43, 12). Dann ist aus dem 7. Jahrhundert ein Bōguine macc Find bekannt, nach späterer Schreibung *Bōgaine* (AU 717). Wenn aber Marstrander von dem Ortsnamen *Bōguine* ausgehen will, so spannt er den Karren vor den Ochsen. Auch schreibt er fälschlich *Boguine* und an eine 'Ableitung mit *-īnion* von irgendeinem (unbekannten) mit *Bog-* anlautenden Namen' ist natürlich nicht zu denken. Denn *Tīr Bōguine* und *Cenēl mBōguine* sind ja eben nach jenem Ēnna Bōguine benannt, wie aus mehr als einer Anmerkung in den Annalen oder Hogans Onomasticon leicht zu lernen war. Wenn *Bōguine* allein als Ortsname vorkommt, so ist das nur ein abgekürzter Sprachgebrauch, wie *Conn* für *Leth Cuinn* u. dgl. Die Bewohner dieses Gebietes und Nachkommen von Ēnna B. hießen *Bōguinig*, MR. 156, 10.

Schließlich sei noch bemerkt, daß ich Arch. III 323 eine späte Erzählung abgedruckt habe, welche den Ortsnamen *Benn Bōguine*, den Hogan glücklich mit dem heute Binbane oder Benbawn genannten Berge in der Grafschaft Bannagh identifiziert hat, durch die Erfindung einer Frauengestalt namens Bōguine zu erklären sucht.

147. Ir. *facht*.

Neben dem oben § 55 aufgestellten *facht* mit kurzem *a*, welches Arch. III 294 § 14 mit *lat*, Metr. Dinns. II 34 mit *macdacht* reimt, liegt ein Substantiv *fācht*, welches sich im Metr. Dinns. I 50, 7 findet: *fāchta tuili, tond aithbe, aichre fri trāchta trethna*, wo es im Reim auf *trāchta* steht.

[1] Marstrander schreibt fälschlich βουφονος.

148. Mittelir. *scacaim* 'ich seihe'.

Dies heute noch lebende, zuerst im Mittelirischen auftretende Wort ist gewiß aus dem altnord. *skaka* 'schwingen, schütteln' entlehnt. In der älteren Literatur wird es vom Durchseihen der Getränke gebraucht, wonach der damit beauftragte Diener *sgagadōir* heißt. Eine besondere von den Wikingern geübte Behandlung der Getränke wird wohl den Anlaß zu der Entlehnung gegeben haben.

Da in 'seihen' der Begriff der Scheidung, Trennung enthalten ist, hat sich die Bedeutung dann auch zu 'separate, split' entwickelt. Das Partizipium *sgagtha* entspricht ferner in seiner Anwendung auf ein hohles Aussehen dem engl. 'strained' oder 'washed out'.

149. Altir. *Dīmma* n. pr. m.

In RC 36 bezweifelt Marstrander leichtfertig, daß ich oben § 33 diesen Namen zu Recht mit langem ī angesetzt habe. Er schüttelt dabei seinen ganzen Zettelkasten aus, ohne damit etwas anderes zu erreichen, als Papier und Druckerschwärze zu vergeuden[1]. Denn das einzig entscheidende Mittel zur Feststellung der Quantität, die Beobachtung des Wortes im Reime, wendet er nicht an. Nun reimt aber z. B. in Gormans Martyrologie, dieser Hauptquelle für die richtige Schreibung so vieler Namen, *Dīmma* auf *dīgla* (Jan. 6), auf *crīnna* (März 9), auf *mīlla* (Nov. 1), auf *rīgda* (Nov. 3); ferner *Dīmmān* auf *sīrbān*[2] (Jan. 10) und *Dīmōc* auf *mīnōc* (Dez. 10). Übrigens bedurfte es kaum dieses Beweises, da *Dīmma* ja Koseform zu *Dīarmait* ist.

150. Fremdnamen im Irischen.

Für die oft sehr glückliche Anpassung und Umdeutung fremder Orts- und Personennamen, auf die ich Ir. T. III 279 aufmerksam gemacht habe, stelle ich noch folgende Belege zusammen:

Cōel na Siria, Rl 502, 71 b 31 für *Coelesyria*;
Colach, TTr. 72 'Kolchier';
Crōmīn, TTr. 1170 für *Orchomenos*[3];
Echfrit[ān], Fél.[2] 136 für *Ecgfrith*;
Erpoint, TTr. 1113 für *Propontis*;

---

[1] Dasselbe tut er bei der Besprechung von *dein* (oben § 115) und *den*, wobei es ihm dazu noch passiert, daß er Formen von *dīan* daruntermischt.

[2] Außerdem steht es in quantitativem Gleichklang mit *Fīalān*, *fīrōg* usw. (Sept. 9).

[3] Stokes wollte in *Ocrōmīn* ändern, wogegen aber schon die Alliteration mit *calathchrūaid* spricht.

Ichtbricht, Cáin Ad. § 28, ***Ichtbrichtān***, Fél. Dec. 8 für *Ecgbeorht*. Dagegen *Eicbericht*, AU 728, *Ecbricht*, Gorm. Apr. 24.

Hirūath, Fél. Prol. 85, für *Herodes* den Großen. Andere Herodes dagegen heißen *Herod*, z. B. *Herod Agrippa*, Fél.[2] 170;

Huiltbrith, Gorm. Apr. 24 für *Wilfrith*;

Lūath Lirta, LL 143 b 42 für *Laertes*. Dagegen *Leirtis* (Gen.) im Merugud Uilix;

Nemrūad oder ***Nebrūad***, LL 143 a 28, SR 2730 für *Nemrod*;

Ōenreicc, AU 1023, ***Ōenric*** Tig., für *Henricus*, später *Ōenrī*, *Ēnrī* 'Henry';

Teglach (***Teglad***) ***Fallasar***, LL 144 a 7 und 22, für *Tiglath Pilesar*;

Ulcalegōn, TTr. 829 für *Ucalegon*.

Als ein modernes Beispiel führe ich aus Begley-MacCurtin noch *Scálbhóinis* für 's(k)lavonisch' an.

Wie der Dichter von Saltair na Rann dazu kommt, den Odysseus oder Ulixes, der sonst immer *Uilix* genannt wird, *Oëth* zu nennen[1], weiß ich nicht. Stokes vermutete, daß es Οὖτις wiedergeben soll. Unmöglich ist das nicht. Die Kenntnis der Kriegslist des Odysseus mag sich aus der goldenen Zeit irischer Gelehrsamkeit bis ins 10. Jahrhundert fortgepflanzt haben. Den gebildeten Iren der frühen Jahrhunderte war jedenfalls die Zyklopenepisode so vertraut, daß man einen grausamen Menschen zur Zeit des Patricius 'Cyclops' nannte[2].

151. Ir. ***astarceist*** *exorcista*.

Dieses lateinische Lehnwort kommt in einem Zeitschr. IX 171 abgedruckten mittelirischen Gedichte[3] vor, in welchem u. a. das Wergeld für die sieben kirchlichen Rangordnungen vom Bischof mit einundzwanzig Kühen bis zum Pförtner (*dorsid*) mit dreien aufgezählt wird. Nachdem der Lektor (*lēigtheōir*) mit acht Kühen erwähnt ist, heißt es § 4: *sē baa dīre in asdarceist* 'sechs Kühe sind das Wergeld des Exorzisten'. Das Wort ist an die heimischen Wörter *astar* 'Reise', eine Nebenform von *aister*, und *ceist* 'Frage' angelehnt worden[4].

[1] *Rī rosāer Oëth* [*n*-]*ōcda* | *do chlaidiub na Ciclōpda*, v. 7349.

[2] 'Erat quidam homo in regionibus Ulothorum Patricii tempore, Macuil mocu Greccae, et erat hic homo ualde impius, saeuus tyrannus, ut Cyclops nominaretur', Muirchu mocu Machthēni, Arm. fol. 5 b 2.

[3] Als Verfasser nennt sich in der letzten Strophe Muirgius ō Duib dā Boirenn, dessen Datum mir nicht bekannt ist. In § 3 ist zu lesen: *rosoich can brēic nā* [*d*]*eochair* | *dā bā dēc don subdeochain*.

[4] Vgl. dazu den Gebrauch von *astar* in der folgenden etymologisierenden Glosse in H 3. 18, 61 b: *arsaidh nī dicenn. i. astar olc do neoch an glām dicend.*

152. Altir. **ar-āilim** 'auferlegen'.

Dieses Verb, dessen Nomen *erāil* mit dem davon abgeleiteten *erāilim* allgemein bekannt ist, findet sich in dem Sinne 'einen Wunsch (*āil*) auferlegen' in der älteren Version von Tochmarc Emire RC XI 444, 4: *hō arrāill* (= *ar-ro-āil*) *for Coin Culaind anī ba haccobor leiss.* Das *ll* wird auf Schreibfehler oder Mißverständnis beruhen.

153. Kymr. **giff gaff**.

Hr. J. Glyn Davies macht mich darauf aufmerksam, daß das oben § 78 erwähnte nordenglische *giff gaff* im Mittelkymrischen als ein Hetzruf bei der Jagd wiederkehrt. So heißt es im Buch von Aneurin (Skene II 90, 14):

Ef gelwi gwn gogyhwc:
Giff gaff! dhaly dhaly! dhwc dhwc!

'Er pflegte die Hunde . . . zu rufen: *Giff gaff!* halte fest! halte! bring, bring!'

154. Besserungen und Erläuterungen zu ***Saltair na Rann.***

Ehe ich weitere Beiträge zum Wortschatz und Sprachgebrauch dieses wichtigen Denkmals der irischen Sprache des 10. Jahrhunderts liefere, ist es angezeigt, aus einer Kollation der Stokesschen Ausgabe die Hauptergebnisse mitzuteilen. Ich gebe im folgenden die Lesarten der Handschrift, wo sie von seinem Texte abweichen.

Z. 55 rith imratha 144 iffirnn 179 forith riathair 192 condib 305 dorigne 516 arem auf Rasur 521 oenfochraic 578 rigroen 585 inc*h*lais 590 soermind 591 cec*h*noll*gra*d 698 friáthi 717 dodecc*ra*ib mit Punkt über und unter b 766 immares 877 biastai 947 craesduib 954 iffirnn 990 derbdind 1019 *con*cañat 1131 fogebaid mit punct. del. über i 1354 istocomrach[1456 ochrithlam mit punct. del. über o 1691 hairc 1705 marrodeircc, cc auf Rasur 1813 iarfir 2107 *gra*da 2135 rosoc*h*ta, *ch* aus s korrigiert 2193 arsain 2208 naheisseirge 2277 Melchisedech 2480 nacluasaib 2498 coemnair 2548 indfairge 2552 *for*sotarrasad 2575 ammuig 2589 noi 2594 inmbith 2935 lainnerdaig 3119 rotrobaeth 3350 tad*ch*reti 3436 doræga 3464 airmitnech 3618 co*m*das 3658 dofuc 3701 *con*for*ṅ*gart 3821 f*ri*samlai 3825 dofortacht 3923 daf*or*aithmet 4034 dondardrig, das dritte d über der Zeile 4065 rodasas 4080 t*ri*achrosfigill 4149 rom*en*-

maiged 4418 eterchrannchaingil 4446 ollgrad 4455 cest 4480 fechair 4674 tor trelmach 4702 toicthech 4733 cofairrgi 4778 comdas 4809 Nirasnachṅduine 4849 Cengait 5043 cacha 5096 dichloich 5130 labuidnib 5158 inoenaitt 5182 anairdes 5206 forgalail 5246 oaffraicc 5367 amac samla 5432 herordai 5470 triagretha 5544 uasaib 5685 arclith comnart 5748 diatuaith tir 5757 acruth 5824 isindamseir, das letzte i übergesetzt 5961 INduar 5965 Sreith 5975 cosuaircc 5999 fritindrem 6026 gradnual nar 6170 coachimelech 6179 cenchomrac 6189 Doachimelech 6245 fiadintslog 6492 forsmaidfed 6555 ascechcoi 6637 centreissi 6664 fogabulrind 6855 doticfa 6857 Coragaid 6927 ragabas, das erste a aus o korrigiert 6938 diar mit punct. del. über i 7063 flaith mit punct. del. über l 7259 bait 7396 nafairrge 7415 fochircholggaib 7462 fonoemnelaib mit zwei Punkten unter o 7491 mor miad 7618 sintorcraid 7647 fiaddroṅgaib 7657 cian coir 7659 cenchacht 7666 gluairib gormrath 7670 segda solman 7772 darhiffernn 8072 lasra 8084 consceraitar 8111 setfedach 8141 nassadglan 8143 agnasadbal 8154 condatruaga.

Daß Stokes Längezeichen, die der Schreiber von Rl 502 sehr selten gebraucht, ganz willkürlich gesetzt hat, habe ich schon früher bemerkt. Manchmal verwendet er sie auch falsch, wie z. B. 1726, wo mit der Hds. *nacharlen* (zu *lenaim*; vgl. *diar lenamain* 1722) zu lesen ist. Hier hat er auch Strachan verführt[1].

Das Kompendium für lat. *vel* löst St. stets *nō* auf, während es an manchen Stellen die Geltung von *nā* hat; so z. B. 4844, wo mit der Prosaauflösung in LB *cardes nā clemnas* zu lesen ist; oder 4976, wo das *h* von *hētsecht* auf *nā* hinweist, ebenso wie das 7268 der Fall ist.

Da der Schreiber von Rawl. 502 das punctum delens fast immer über den betreffenden Buchstaben setzt, so ist gelegentlich der Punkt über *n* auch als solches aufzufassen, wie z. B. klärlich in *coṅcrabad* S. 84a 9. So ist 114 *co gle*, 2707 *co glain*, 4603 *dil* zu lesen. Auch 2562 ist der Punkt über *f* so zu deuten und *nim āil* (im Reime mit *grāin*) zu lesen.

Da der Dichter stets das relative *nad* gebraucht (z. B. 342, 451, 937, 1191 usw.), so ist auch die Suspension nā so zu ergänzen, während

[1] Besonders irreleitend ist das Längezeichen z. B. in *láinib* 969, 6763, *bánamail* 1226, *róm* 1270, *dímdach* 1471, *Balám* 4777, 4786 usw., *nirás* 4809, *écnaid* 6961, 8181, *hed* 7010, *ómnaig* 7763, *dánim* 7887. An keiner dieser Stellen steht es in der Handschrift.

Stokes 366 und 2649[1] na*ch* druckt. Nur vor *dil* 6239 und *dis* 6423 (also vor *d*) ist *nach* gebraucht.

Daß die Suspension bliā je nach dem Reim als blia*dna* oder blia*dan* zu ergänzen ist, hat St. in seinen Textverbesserungen in der 'Academy' von 1883 (II 31 ff.) zu 3385 u. 3412 nachgeholt. Es kommt aber noch 2272 hinzu, wo *bliadna* auf *triamna* reimt. Dagegen ist 3901 statt des archaischen *bliadne*, das der Dichter nur im Reim verwendet (4728, 6564), *bliadna* zu setzen[2].

1315 ist cē in ce*ch* (nicht ce*n*) aufzulösen. Vgl. ce*ch* thucht 4267.

Wie 146 firmim*ein*t im Reim mit *deirg* zu schreiben ist, so 3951 tairb*eir*t im Reim mit *airdeirc*. Auch 4123 wird so zu lesen sein.

Den Gen. Sing. und Nom. Plur. von *macc* schreibt die Hds. gewöhnlich *meicc* aus, einmal aber *maicc* (2992, wo der Schreiber den Reim mit *bailcc* fühlte). Ersteres gehört der Sprache des Schreibers, letzteres der des Dichters an. Es ist also durchaus *maicc* zu setzen, was auch aus den Reimen mit *bailcc* 2981, *dait* 5853, *aircc* 6603 erhellt. Wie ich in den 'Illinois Studies 1917' gezeigt habe, bilden gerade diese Formen ein gutes Kriterium für Datierung von Gedichten[3].

Was nun die von St. in der 'Academy' vorgeschlagenen Emendationen betrifft, so sind sie weder durchaus annehmbar noch erschöpfend; vielmehr bedarf unser Text noch auf Schritt und Tritt der Besserung. Dazu hilft uns am besten erstens eine genaue Beobachtung der metrischen Regeln und Gepflogenheiten, die der Dichter befolgt, und zweitens die Tatsache, daß der Schreiber, so sehr er auch sonst seinen eigenen Sprachgebrauch zur Geltung brachte, doch gelegentlich die älteren Formen richtig kopiert hat, wie wir eben bei *maicc* gesehen haben.

Über die Metrik von SR hoffe ich demnächst eine eingehende Studie vorlegen zu können. Hier will ich nur bemerken, daß man nicht annehmen darf, wie Bergin es kürzlich in 'Ériu' getan hat, daß unsere Kenntnis dessen, was die Dichter der verschiedenen Perioden für geboten und erlaubt hielten, durch die Regeln der Lehrbücher erschöpft ist, die ja über manches Wichtige stillschweigend hinweggehen. Nur aus den Gedichten selbst können wir diese Kenntnis entnehmen, und da ist, wie ich zu zeigen gedenke, noch vieles zu er-

[1] Hier macht er seinem sonstigen Gebrauch entgegen die Suspension nicht kennbar.

[2] So gebraucht also der Dichter im Gen. Plur. je nach Bedarf des Reimes die drei Formen *bliadne, bliadna, bliadan.*

[3] In einem Eochaid Eōlach ūa Cēirīn, einem Dichter des 11. Jahrhunderts, zugeschriebenen Gedichte (Metr. Dinns. III 176, 120) reimt *mōrmeicc* auf *gleic* und in einem anonymen Gedichte, das wir auch nicht früher anzusetzen haben, *sōerṡeirc* auf *ōenmeicc* (ib. 190, 3).

forschen und manches Gesetz und manche Lizenz überhaupt erst noch aufzufinden[1].

Als ich meine irischen Studien anfing, war die Ansicht weit verbreitet, daß die große Masse der älteren irischen Literatur, mit Ausnahme der Glossen und einiger in den ältesten Handschriften überlieferten Texte, in einer Sprache abgefaßt sei, die ein Nebeneinander und Gemisch von alt- und mittelirischen Formen bilde. Man schob damit die Zufälligkeiten und Mängel der Überlieferung den Verfassern in die Schuhe. Darum kam auch Stokes z. B. nie zu einer genaueren Datierung eines Textes[2]. Wie es sich auch im einzelnen mit den Prosatexten verhalten mag, wo zu den Entstellungen der Abschreiber noch die Versehen und Einschiebsel der Umarbeiter kommen, die Sprache eines Gedichtes muß eine einheitliche gewesen sein. Der Dichter kann unmöglich Formen, die Jahrhunderte auseinanderliegen, fortwährend in derselben Funktion wahllos ohne ersichtlichen Grund dicht nebeneinander gebraucht haben. Archaismen, Neologismen, sprachliche Notbehelfe dem Metrum oder Reim zuliebe haben sich die Dichter aller Zeiten gestattet, und unser Dichter macht reichlich Gebrauch davon. Aber einen solchen Wirrwarr von Formen, wie er in dem rezipierten Texte von SR vorliegt, wenn z. B. 2672 *doridnacht* steht, dagegen 2633 *rotidnacht*, oder fünfmal *dorarngert* und dann 3057 plötzlich *rotharngert*, hat die Willkür des Abschreibers geschaffen. Auch Strachan stand, als er sein 'Verbal System' schrieb (1895), noch stark unter dem Einfluß der Mischtheorie, und so kommt es, daß er uns wohl eine Statistik der Verbalformen des überlieferten Textes, nicht aber des Sprachgebrauchs des Dichters geliefert hat.

Er hat es überhaupt kaum versucht, die ursprünglichen Lesarten wiederherzustellen. So wagt er es nicht, 7259 *biit*, wie Stokes fälschlich druckt, in *bīte* zu ändern, obgleich diese relative Form 4898 steht. Er läßt 5971, 6906, 6951 *rothinōl* stehen, wo doch der Schreiber noch eben (6897) *dorinōl* geschrieben hatte, ebenso *rothinōlsatar* 5476 gegenüber *dorinōlsat* 5479 (innerhalb weniger Zeilen!) und 6485. Er führt das späte *luidis* neben *luid* ohne Bemerkung auf, während doch der

[1] Was z. B. den von Thurneysen (CZ. XI 36) und Bergin beanstandeten Reim *grāddai* : *barbardai* SR 5016/17 betrifft, den sie gerne wegkonjizieren möchten, so kehrt er in *dāna* : *barbarda* 7351/2 wieder. Zu den von mir gesammelten Beispielen kommen immer noch neue hinzu, wie *tūs* : *cāemārus*, Metr. Dinns. III 422, 13; *sona* : *lerthōla*, ib. 18, 217; *trācht* : *asrēracht*, ib. 214, 5. Damit sind ja doch die Gesetze des debide-Reimes nicht über den Haufen gestoßen, sondern wir haben es nur mit einer gelegentlichen Lizenz zu tun, die nachzuweisen doch sicherlich nur förderlich sein kann. Über kurzes *duib* st. *dūib* s. unten zu Zeile 2217.

[2] Was SR betrifft, so meinte er (S. I), daß die zahlreichen mittelirischen Formen des Gedichtes unmöglich alle vom Abschreiber herrühren könnten und führt als solche *na trí múir*, *na slóig*, *scérdair*, *istsléib* an!

Schreiber zu dieser Form nur dadurch kam, daß er das stets dreisilbige *Iăcōb* zweisilbig las. Er läßt den späteren Imper. *cluin* 2441 neben *cluinte* stehen. Auch in seiner 'Middle-Irish Declension' exzerpiert Strachan SR. ohne ausgiebige Benutzung des Metrums und der Reime, um die vom Dichter gebrauchten Formen festzustellen. So ist z. B. statt *curp* 1108 und 1167 *corp* im Reime mit *locht* zu lesen, wie 2740 steht; und statt *grāid* 666, 669 *grād*, wie 661 und 681 richtig steht[1], und *grāda* 1646 und 1649 ist ebenso zu ändern.

Es kommt hinzu, daß Stokes und Strachan die metrischen Gesetze nicht immer genau beobachtet haben. Sonst hätte z. B. ersterer nicht 51 [*fir*]*chert* verbessern wollen oder vorgeschlagen, 7304 *armgrād* (: *Abrām*) in *armrad* zu ändern, noch hätte er 7318 *clainne* eingeschaltet, wo doch *Iăcōb* als Dreisilbler skandiert. Und Strachan würde *no-dossaig*[2] 2079 nicht in *nodfossaig* haben ändern wollen, wenn er den debide-Reim mit *derfadaig* beachtet hätte[3].

Hat der Schreiber, wenn auch nur an Einer Stelle, eine gut altirische Form bewahrt, die zu seiner Zeit nicht mehr gang und gäbe war, so dürfen wir nicht anstehen, sie überall einzusetzen. Das ist z. B. mit dem einmaligen *antūaid* 4261 gegenüber *attūaid* 3486, *atūaid* 157, 2645, 3013, 3159 usw. der Fall. Ebenso ist mit 1054, 5274, 7292 überall *rētglu* (nicht *rētla* mit 270, 7537 usw.) zu lesen; ferner *corrici* (1702, 4472, 5496, 6210) statt *condici* 2322, *conice* 5872. Auf ganz sicherem Boden stehen wir, wenn die ältere Form auch noch durch den Reim bewiesen wird, wie das z. B. mit *messe* (1591, 4831) der Fall ist, das 3636 mit *gesse* reimt, gegenüber dem häufigen *missi* (1788, 1867, 2036, 2039, 5533 usw.).

Durch all dieses erhält nun unser Text ein ganz anderes, wesentlich mehr altirisches Aussehen. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß der Dichter die in seinem Jahrhundert im Entstehen begriffenen und allmählich um sich greifenden mittelirischen Formen, ebenso wie archaische Formen nur dann anwandte, wenn die Vers- oder Reimnot sie ihm an die Hand gab. So vergleiche man z. B. das einmalige *trī ingena*

---

[1] Der von Strachan angeführte Akk. Plur. *nōebgrāid* 1811 (: *ōendāil*) ist wie *congrāid* 1369 zu erklären. Siehe oben § 105.

[2] Vgl. *sruthar sāeglond nodassaig*, Metr. Dinns. II 82.

[3] Ich selbst hätte oben § 60 kein Wort *accrīch* aufgestellt, wenn ich darauf geachtet hätte, daß der Reim mit *slat-brīg* ein Wort mit *c* (gespr. *g*) verlangt, so daß Marstrander RC 36, 376 mit seinem Vorschlag, *cacrīch* = *cocrīch* zu lesen, gewiß recht hat. Ebenso weist der Reim mit *saccaib* SR 3548 auf ein Wort *accal* mit *cc* (= *k*) hin, das Marstrander ebenda 377 in einem aus *ad-cēll* entstandenen *accal* 'Schlauheit, Gewandtheit' zu finden meint, das freilich auch besseren Sinn gibt. Auf jeden Fall ist ein aus *ad-gal* entstandenes Wort, wie ich es oben § 61 angesetzt habe, hier nicht möglich.

6520 und das zweimalige *trī blīadna* 6700, 7736 mit *teora ingena* 2492, *teora blīadna* 6716, 6733, 7113, *teora n-ūar* 4139, *teora n-aidche* 6180, *teora mīli* 6300, um sich zu überzeugen, daß für den Dichter die altirischen Formen die gebräuchlichen, die mittelirischen ein Neologismus waren.

Es würde nun auf eine Neuausgabe hinauslaufen, wollte man in der angezeigten Weise den Text von Zeile zu Zeile wiederherstellen, besonders da auch die Orthographie natürlich einheitlich zu gestalten wäre[1]. Auch die oft ganz irreführende Interpunktion der Stokesschen Ausgabe müßte verbessert werden. Hier beschränke ich mich darauf, eine Reihe möglichst typischer Besserungen vorzuschlagen und überlasse es dem Leser, Analoges selbst überall durchzuführen.

13. Lies *dorigni*. Wie die Reime zeigen, ist an allen Stellen so zu lesen, außer etwa in 5608, wo *dorigne* auf *rosindre* reimt.

14. L. *nī himchlōithech*.

21. L. *tētadbul dē*, wo *dē* proleptisch auf *do chētadbur* zu beziehen ist, wie ähnlich 1323, 2557, 3307, 6255, 6317 (*fri*). Vgl. *donti do Hectoir*, TTr. 961.

23. L. *fri samlai suthaig | in maiss n-amrai n-ēcruthaig*. Hier ist *maiss* Objekt zu *rodelb*; *samla* ist ein iā-Stamm; zu dem Reim *samlai* : *amrai* vgl. 4637.

32. *dian* = altir. *diant*. So ist auch 6410 statt *dianid* zu lesen. Zu *fotlethet* vgl. *fatlethet tige Téphi*, Metr. Dinns. I 8.

33. L. *rochruth* und vgl. *cruthad* 863, 2046.

51. L. vielleicht *delm chert*, wie 31.

55. L. Zu dem handschriftlichen *im ratha* vgl. 5847.

62. L. *chiarchalad*. Ebenso *glēamra* 70.

67. *dītha*, Akk. Plur. von *dīth*, wie 1015; Gen. Plur. *dīth* 5711.

75. *crōda lir* 'der Grausame der See'.

95. Es ist wohl *blāithi* zu lesen.

98. *domidet* 'man mißt', wie *fethet* 2646.

113. L. *rē* im Reime mit *glē*.

120. L. *an nem* wie 112. Von anderen Neutren finden sich noch *bē* 5974, *sruth* 2186, *banscāl*. Siehe die Anm. zu 6977.

131. *rind-rethait*. Str. meinte, daß bei dieser Art Komposition das Verb immer in der absoluten Form stehe. Das ist aber bei *cathgeib* 2734 nicht der Fall.

141. L. *dosrōrainn* : *glōruill*. Derselbe Reim 4213.

[1] So schrieb der Dichter selbst gewiß *ói* und *di*, während in der Handschrift dafür *œ* und *æ* bunt durcheinanderlaufen. Vgl. *nóib, nóibe* 2415, 2744, 3324, 4335, 6476, 6681 usw., *dóine* 3217, 4014, *tōibaib* 3103, mit *rosgláid* 1290, *sāithrach* 1291, *fāil* 1292, *sāigul* 2259. Doch reimen beide Diphthonge miteinander.

141. L. *Mēt na rēē*, wie ja auch 133 zu lesen ist.

173. Auch hier ist der Punkt über *f* wohl punct. del. Wir haben es augenscheinlich mit einem Adj. *ail* zu tun, das auch in *macc Enos ail* 4947 vorliegt. Das in Gorm. Oct. 9 mit *nāirech* glossierte *ail* ist, wie der Reim mit *Tāil* ausweist, mit *āi* anzusetzen. Danach ist mein Eintrag 3. *ail* in den Contribb. zu ändern.

208. L. *dib rannaib derbdaib dēēc.* Vgl. 212.

215. L. *delgnaid* [*den*].

223. L. [*fri*] *sreith na slīab ōs cach blā* | *frisreith grīan ocus ēsca.* Vgl. *friu rethes grīan a lānrith* 260. Zum Reime *blā*:*ēsca* vgl. 415. Statt des vom Schreiber beliebten *blāi* ist öfters *blā* einzusetzen, z. B. 407.

231. *quindecim* ist wie *decimbir* 2613 zweisilbig zu sprechen.

235. L. *ocus hi Pīsc* [*grīan*] *co glē.*

257. L. *It hē* wie 364, 692.

285. *linn* ist hier und 493, 4067, 6578 als Fem. gebraucht. Das archaische *mār* findet sich noch 4041, 5193 und in *bith-mār* 150.

287. *muir* ist hier Fem., dagegen Neutr. 909ff. Vgl. auch 2566, 4003, 4021.

293. L. *forosnai.*

300. L. *sē commē(i)t dēēc talman.* Auch 280, 292, 332, 376 usw. steht *talam* ohne Artikel.

311. *rīmess* (3. Sg. Präs. Ind. rel.) fehlt bei Strachan.

320. L. *immud* oder *imbud* wie 968, 1410; vgl. *imbed* 4020.

327. Die mittelir. Form *treothu* kehrt 4311 wieder.

332. L. *rīg* wie 937. Der Akk. nach *fail* findet sich ferner 361, 373, 777, 2861; dagegen *fail cathir* 353 (auch LB: *fil cathir and*), *i fail Fīada* 636, *fail bethu* (: *srethu*) 648.

355. *inti* hier die Dativform, 447 und 6352 in akkusativer Bedeutung.

374. Zu *taichme* vgl. Metr. Dinns. III 2, 7.

375. L. *samlaim cech diib.*

378. *grenchaib* zu *grenach* 'Kiesboden' (von *griän*), Metr. Dinns. III 246, 64.

388. L. *dīārmidi d'ilmīlib.*

394. *crēdumaib* st. *crēdumai*, nur des Reimes wegen so geschrieben.

403. *feith*, 2. Sg. Imper., von Str. nicht angeführt, bei dem auch der Imper. *slig* 2319 fehlt. Das Verbum *feithim* 'beachte, merke auf' liegt auch 2646 in *a lethet ... dia fethet* 'wenn man seine Breite beobachtet'.

405. *airri* fem. (*ūada* LB), auf *treb* bezüglich.

413. L. *ind frithmūir.* Diese altir. Form des Artikels im Nom. mask. ist überall einzusetzen. Vgl. besonders 8337ff.

417. L. *Mūir.* So hat auch LB.

422. L. *timchellat.* Ebenso *taidbret* st. *taidbrit* 7731, *ticfat* st. *ticfait* 1164 usw.

449. L. *dliged.* Der Schreiber verstand wohl *conōi* nicht mehr, ebensowenig wie LB, wo *conōi dliged* mit *co ndān dligthech* wiedergegeben ist.

464. Hier ist mit St. *athchomarc* zu lesen. Oben § 129 hatte ich mich daran gestoßen, daß dies keinen Vollreim mit *clothalt* geben würde. Wir haben es aber mit einem debide-Binnenreim zu tun, wie noch in *betha* : *ilretha* 717, *cāich* : *bithblāith* 983, *mūr* : *bithūr*, ib., *fodēin* : *bithphēin* 1747, *lēn* : *imthrēn* 5031, *cliu* : *lethiu* 5771, *sonairdib* : *prīmchomairlid* 6651, *nūall* : *Irobūam* 7091, *merbe* : *Olferne* 7227.

493. L. *āilli a n-inni, a n-ōibthrethna.*

499. L. *slōg* (: *mōr*); ebenso 647 *slūag* (: *būan*); 2068 *slūag* (: *ūag*).

500. St. *do findtopraib* hat LB *do thopraib fina.* L. vielleicht *do fíntopraib.*

514. Hier ist mit der Prosa *cēt 's a cethair* zu lesen.

516. L. *īar n-ārim do fochraicaib* (von *cēt* abhängig), wodurch wir auch Alliteration erhalten.

520. L. *cech ōinfochraic dīb d'aisnēis.*

543. L. *Domnationes*, ebenso 699, und *domnus* 582. Vgl. *domne*, Hib. Min. 45, 16.

558. L. *issī* und vgl. 51, 744, 752. So auch wohl *nī hī a n-āirim* 737.

565. St. *ūasdaib* l. *ūasaib*, wie 4910, 5544 steht.

572. St. *cāim* l. *cōim* (: *nōib*).

595. L. *'na ndīad*, wie 3982 steht und auch 2017 im Reime zu lesen ist.

616. L. *rōinmag* u. vgl. 510.

636. L. *fiada*, wie 644 im Reim mit *trīamna* steht.

661. Hier ist *doib* zweisilbig wie *dooib* 7272, 7296. Ebenso *tooir* (*to-foir*) 1101, *cooir* 1102.

692. L. *it hē ind ūasaltechtairi* (: *chairi*).

717. St. *dodecrai* ist *do dechraib* (: *srethaib*) zu lesen, was noch von *nī* 714 abhängt, wie ja dieselbe Konstruktion 721 ff. fortgesetzt wird. Vgl. *do dechraib* 7261.

753. L. *sliucht fō n-ait.*

759. Hier haben wir in *nōdeich* die Nebenform von *nōi*, von der ich in den 'Illinois Studies' gehandelt habe, hier augenscheinlich als Kompositionsform gebraucht. Vgl. den Personennamen *Nō-gus* gegenüber *Ōen-gus.*

778. L. *ruirig* wie 161, 1606, 3532, 3926 usw. steht; Gen. Plur. *ruirech* 5264, 6630, zum Nom. Sing. *ruri* 7073, *ruiri* 7473, 7566. Daneben gebraucht der Dichter *ro-ri* 547 (: *troni*), Gen. Sing. *rorīg* 824. Vgl. *do rorīg* (: *tīr*) Metr. Dinds. III 182, 203.

786. L. *derbdein*.

790. Hier ist *na* auszulassen. Vgl. 584.

807. St. *'mo bethu* l. *mo bith*.

835. *feib* cum gen. 'kraft'.

850. Je nach dem Bedürfnis des Metrums gebraucht der Dichter *diumsach* 6935 oder *diummusach* 6856; ebenso *diumsa* 6866 und *diummusa* 6796; *tairmthecht* (1469, 1530, 1559 usw.) oder *tarimthecht* (vgl. den Index und 1616).

893. *lān* ist abwechselnd wie hier mit *di* konstruiert, oder mit dem Gen. wie 1258, oder archaisch mit dem Dat. instrumentalis, wie 393.

921. Hier ist nicht mit Stokes im Index *fothair* anzusetzen, sondern *fo thāir* (: *gāir*) zu lesen.

969. *lubaib* ist bloß dem Reim zuliebe für *lubai* (Gen. Plur.) geschrieben.

995. L. *glaine crotha*. Vgl. *glaine a hērgnai* 2771.

1075. L. *būaid n-ēim* u. vgl. *lūad n-ēim* 1541, *mod n-ēim* 4417.

1096. St. *trichtaige* ist mit LB *trichtaide* zu schreiben. Unser Schreiber setzt *g* statt *d* auch in *angbaig* 1512, *dorignacht* 2020, 2672, *imluag* 2130, *rocechlaig* 2234, *anag* 5673. Umgekehrt *d* st. *g*: *fordoralaid* 2189, *islidte* 3482, *roentaid* 5701, *togaid* 4295.

1103. Hier ist *cumtaig* nicht, wie ich oben § 129 annahm, eine Verbalform, sondern Gen. Sing. von *cumtach*, Attribut zu *tlī*.

1135. L. *'sint slūaig* (: *fūair*).

1139. *ar thūaichle tricce*, mit vorangestelltem Gen., wie sehr oft bei unserem Dichter, z. B. 26, 630, 2579, 4743, 6267, 6383, 6699, 7517 usw.

1143. St. *methlad* l. *meth blad*.

1146. L. *rottuistiged*. LB hat *is tūsca rotusmed*.

1159. L. *cor' erāla-si*.

1180. *parduis don doros* 'zur Tür des Paradieses'. Dieselbe Wortstellung 4434 *grēne fri turcbāil*.

1187. L. *atū* mit LB. Ebenso ist 3102 *atāi* zu lesen, wie sonst immer richtig steht (1205, 1676 usw.). Umgekehrt ist 3931 *itā*, 4799 *itāi* zu schreiben.

1189. L. *maso*, wie 3497 steht. Ebenso 3872.

1193. L. *tan nad bī* mit LB und vgl. 1199.

1196. Hier wollte Str. zweifelnd in *dognīm* eine 1. Sg. Ind. Praes. sehen (= *dogníu*). Solche Formen kommen ja vor, wie z. B. *Gōedely glēgasta gnīīm*, Rl 502, 77b 14. Aber sein zweiter Vorschlag, *gnīm* als Verbalnomen zu fassen, ist der richtige. *less* ist Gen. Plur.

1203. Hier ist wieder *in* auszulassen.

1208. *a andeir* (: *glandil*) ebenso wie *annir* LU 123a 9 zeigt, daß dies und nicht *ander* die richtige Nominativform ist. Vgl. mkymr. *annair*. Wenn Cormac 79 *ander* schreibt, so tut er das wohl nur seiner Etymologie (*an-der*) zuliebe.

1221. Hier schlage ich zögernd *cech fia*[*daball*] zu lesen vor. LB hat aber *cech maith*. Vielleicht ist auch Reim zwischen *fia* und *Dia* beabsichtigt.

1224. *didu*, das St. in *dīgu* ändern wollte, ist beizubehalten. Es ist das altir. *didiu*, so daß zu übersetzen ist: 'jeder Baum . . . ist uns daher gestattet' (*for ríaguil* = *for ar comas* LB).

1225. L. *rodílsig* mit *ro-* wie in *dosrosat* 1222, *rofūacart* 1229.

1250. L. *aire* wie 1249; altir. *airi*.

1253. *eirg* = *eirgg* (*eirgcid* 1445), was Str. mit *ēirig* verwechselt. Da das *g* Verschlußlaut ist, darf wohl an Verwandtschaft mit ἔρχομαι nicht gedacht werden.

1270. *rom* ist wohl as *reom* (3199) zu fassen. LB hat *oslaic remom*. Vgl. *rooslaic riasin nathraig* 1282.

1272. St. *don* l. *din* und so überall. Der Dichter unterschied noch *di* und *do*. Vgl. z. B. 4150, 4314, 4343, 7306, 7412 usw.

1273. Es ist *rott* (= *frit*) *ēis* zu lesen. Str. dagegen faßte *téis* als 2. Sg. Konj. zu *tīagu*.

1279. L. *cen nach* [*ach*]*t* (: *cacht*). Vgl. *cen acht* 755.

1287. L. *dūaid* wie 1293.

1289. St. wollte *drūad* ergänzen. Aber der Dichter gebraucht *druád* 3858 (vgl. *druíd* 3419, 3849). Auch scheint das Wort mir zu gesucht. Lies vielleicht *ūad*.

1299. Hier hat *grēic* sicher nichts mit altkymr. *gureic* zu tun, wie St. vermutete; sondern *crith grēic* 'tremor graecus' wird ein Ausdruck für eine schlagartige, lähmende Krankheitserscheinung sein (παράλυσις). LB hat *crith 7 fūacht*.

1331. L. *geib* [*ūaim*] *in n-ubull* und vgl. 1333.

1336. L. *conacca* und so überall.

1344. L. *brēc*.

1349. L. *nī as messa*. Vgl. *tressa* 3892.

1350. St. *scarthain* l. *scarad*, wie LB hat und wie 1454 u. 2094 steht.

1379. *remi* ist die vom Dichter gebrauchte Form (3983, 6627): *riam* verwendet er nur noch neutral.

1400. *romba* ist 2. Sg., nicht, wie bei Str. steht, 1. Sg.

1404. *forom* st. *form* ist wie das Mailänder *forum* unter Einfluß von *erum* entstanden.

1416. *a phardus* = *ō ph.* Dagegen *a pardus* 1474, 1483.

1450. *fogniät* wie *dogniät* 3849.

1451. L. *nicostā*. Daß der Dichter *nico* oder vielleicht *nicho*, nicht *nocho* gebrauchte, beweisen *nichomchrāidfe* 1210, *nicharfail* 1560.

1452. L. *co tī allus for n-ētan* mit LB (Str.).

1453. L. *oṅg galar* (: *scarad*).

1465. St. *rannair* (kein Längezeichen in der Hs.!) l. *rannmair* (: *bladmair*), wie LB hat. Auch 8190 ist *rannair* geschrieben, wohl um den Reim mit *arbair* zu markieren.

1491. St. *balthai* l. mit LB *blāthi*.

1492. St. *lubai* l. *luibi* (: *bruigi*), wie 935 steht. Auch LB hat *luibe*.

1552. *dorīsi* : *dīlsi*. Der Dichter gebraucht die kontrahierte Form *dorise* noch 1664, *arisse* 2216. Sonst immer *doridise* 1412, 2556, 3500, 3536, *arithissi* 8113.

1557. *biad* ist bald, wie hier und 1160, 1564, 1570, 3098, 7015, einsilbig, bald zweisilbig verwendet (1557, 3088, 4064, 6449).

1566. L. *i n-ocus*.

1568. *diud* hier einsilbig, 3087, 5029 zweisilbig gebraucht.

1605. L. *dī lāim*, wie 2105, 2911 usw. steht. So ist auch überall das fem. *dī* einzusetzen.

1611. Zu *glēthech* vgl. *rothaitne in grian co glēthech*, LB 124b 37.

1626. Hier ist *torromu* zweisilbig zu lesen, ebenso wie *adnacul* 7676. Vgl. die Anm. zu 231 und 4366.

1628. St. *laa* l. *lathe*. So auch 6140.

1629. *itge thrēn* nom. pro acc. wie oft; z. B. 1823.

1705. L. mit der Hs. *Mar rodeircc*. Auch LB hat *amal rodercc*.

1708. L. *rangab*, wie 6087 steht; ferner *ranlīn* 1911, *dambeir* 2952, *rambia* 4175, *rambiād* 2792.

1719. St. *dosfuit* l. mit LB *dofuit*.

1727. L. *atām*.

1731. L. *dorimgair*. Ebenso 2477. Vgl. 4930, 6555.

1855. Stokes' Vorschlag, [*fair*]*siṅg* zu lesen, verstößt gegen den Reim. L. vielleicht *ronfāid* [*Dīa*] *līn ar slūaig ṡing*.

1901. L. *Fris toimsidir*. 'Damit wird die Farbe seiner Gliedmaßen verglichen: (sie ist) so leuchtend wie eines der Gestirne'.

1919. L. *co mbrīg*[*aib*] (: *sīlaib*).

1943. L. *dēin* (DSg. f. von *dīan*), nicht mit Marstrander RC 36, 390 *dēin*. Vgl. *rēil* : *Caēin* 1997, 2395.

1945. Stokes wollte *do*[*t*] *menmain* ändern, was jedoch nach *trēn doratus do menmain* 1866 und *tabair do menmain* 3337 nicht nötig ist.

1951. L. *fri feis*. Vgl. 1563, 1571 usw. Ebenso 2215 *ṅgreiss*.

1977. L. *doridnacht* wie 1469 u. 2020.

2043. *nacēin* = *nach cēin*. Ebenso 6421.

2045. L. *nā tūet duine dom etrān*.

2065. L. *Anim*.

2067. L. *cuci* oder *cucai*, wie 2127, 2575, 5873 steht.

2125. L. *ic aichni*.

2135. L. *fri* (oder *la*) *sochta*.

2187. L. *co rosuidig*.

2189. L. *fodarālaig* und so überall *-da-* st. *-do-*. Vgl. *rodagni* 163, *nodafoilcc* 251, *rodamert* 2779, *rodasās* 4065 usw.

2217. *duib* steht dem Reim mit *luib* zuliebe für *dūib*, eine in der späteren Dichtung häufige Lizenz. Vgl. z. B. *duib* (*daib* YBL 170a) : *Eabroibh*, CZ V 24 § 1.

2226. L. *iar n-eladan ildānaib*, wo *eladan* auf *senathar* reimt.

2256. St. *mael* l. *māl* im Reime mit *slān*.

2277. St. *anaimthis* l. *ān a imthūs*.

2288. *int amra Enōc*. Voranstellung des adj. Attributs auch noch 2784, 3666, 7814.

2343. L. *gīallda* (: *bliadna*).

2347. St. *citni* l. *citnē* 'wer sind?' Ebenso ist 7907 st. *ceti* zu lesen.

2357. L. *rebach*.

2382. L. *etarcert*.

2401. L. *Ro ōintadaigset*.

2439. L. *arrōet .. in Rīg*.

2504. L. *lānamain cacha ōinmil* u. vgl. 5043, wo die Hds. gleichfalls cā = ca*cha* hat.

2533. L. *di neoch*, wie 2503 steht.

2540. L. *ūaisli cach rīg* (: *brīg*). Wie hier *ūaisli* im Reim mit *artūaissi*, so steht 3675 der Komparativ *teinne* im Reim mit *prīmgeinne*. Sonst herrscht die altirische Endung *-iu*.

2545. L. *trēnmūr* mit Marstrander, RC 36, 388, was entschieden meiner Konjektur *tre-mūr* (oben § 114) vorzuziehen ist.

2560. Es ist nicht wahrscheinlich, daß der Dichter *colam* bald weiblich, bald männlich gebraucht haben sollte. Da nun 2565, 2569, 2574, 2586 und 2599 das männliche Geschlecht steht, so ist auch wohl hier *colam* zu lesen und dann des Reimes wegen *fedba bann* zu ändern. Dann ist auch 2582 *in colam* zu lesen und 2581 st. *lainn* wie in 2543 *lenn* zu setzen. Die Lenierung in *dia chūaird* 2583 verrät übrigens noch die ursprüngliche Lesart.

2611. Hier ist *na* für *no* geschrieben, wie *nabeimmis* Rl. 502, 86 b 3, *cach clessach nachanad cheilg*, LL 144 b 27 usw.

2694. L. *fo nēlaib cach naith nemrūaid*, wo *nēlaib* mit *genair* und *naith* mit *maith* reimt und mit *nemrūaid* alliteriert.

2731. St. *forbeir*, was Str. seltsamerweise als 2. Sg. Imper. auffaßte, l. *forbēr* 'ich werde euch bringen'.

2737. L. *Rochomarleicset* wie 2780. Das Wort ist eine Kontamination von *comairligim* mit *lēicim*.

2753. L. *srethaib iath*.

2770. L. *dorairmesc*.

2789. L. *Dorairngert*.

2797. L. *lasa ṅdeochaid*.

2815. L. *ar chrochad*. Der Dichter scheidet *ar* und *for* wie im Altirischen. So ist z. B. 3804 zu lesen *notsōerfaider ar Ḟoraind*, 3806 *notsōerfa ar ēcomnart* (beidemal mit Alliteration); dagegen 6692 *a mallachtain for Michol*.

2831. Zu *dramm* (*ā*) vgl. *i cach degamm don draimm*, Metr. D. III 166; *dofuc a dairib draimm*, ib.

2841. Es ist zu skandieren *In hed bāi Issau ic triall immach*. Der Name *Issau* hatte den Hauptton auf der ultima, so daß er 2884 *Sau* geschrieben ist. Er alliteriert mit *slechtach* 2825, *slūagach* 2859, *seilge* 2865 usw. und reimt mit *gāu* 2865 und in debide mit *immargau* 2880.

2844. L. *cotrēt n'oisced Iācōb*. Vgl. *n'innisfed* 6440.

2845. St. *moeth* l. *mēth*, im Reime mit *fēth*.

2871. L. *fūar*. Vgl. *ni fūar* 3312.

2875. L. *nī tū Issau*.

2876. L. *is tū int engach Iācōb*. *acht* ist auszulassen.

2877. L. *rāin* (: *Abrāim*).

2882. Hier ist *dam* nicht mit St. und Str. als 2. Sg. Imper. zu *daimid* zu fassen, die 2114 als *daim* vorkommt, sondern steht für altir. *dom* 'zu mir'.

2889. Diese Stelle hat Stokes ganz mißverstanden, wie er durch die Änderung des handschriftlichen *Issāc* zu *Issau* und den Vorschlag, *ingen* in *in gein* zu bessern, zeigt. Eine freie Übersetzung wäre: 'Es ist natürlich (*dōig* = *duthaig* LB) für die Söhne (eigentlich für einen Sohn) Isaaks und der Tochter Bethuels, daß sie dieselbe Gestalt haben.' Zur Verwirrung Stokes' wird mit beigetragen haben, daß ihm die eigentümliche Konstruktion fremd war, wonach der zweite mit *ocus* (*is*) eingeleitete Teil einer präpositionellen (*do macc Issāc*) oder Objektkonstruktion im Nominativ steht. Andere Beispiele der Art in SR sind z. B. *ocus talam* 15; *ocus ind fairrgge* 294; *ocus tene*

314; *ocus int amra Abrām* 2784; *ocus ind uall ēn* 4066; *ocus ind ārec* 4188; *is int anfabrocht* 7411; *ocus ind Anna* 7472.

2923. Hier ist *a* vor *brāthar* ausgelassen.

2947. Hier ist *indara* zweisilbig zu sprechen (wohl *'dara*) wie 3243. Vgl. *'mach* 2950, *'maig* 6153.

2953. Statt des unmöglichen *rothairgid*, das Str. nicht aufführt, ist wohl *doāirci* zu lesen, wenn das Praes. hist. (*dambeir*) fortgesetzt wird, oder *dorāiric*, wie 7193, 7216.

2973. Es ist zu lesen *ic cechtar dē*. Der Dichter gebraucht durchaus das altir. *cechtar dē*, wobei *dē* auch im Innern des Verses reimt, z. B. 4290 u. 4328 auf *glē*. Nur 3248 hat er *cechtarde dib*. Vgl. auch *cia dē* 7929.

2996. Hier steht *liuchdeircce* der Alliteration zu Liebe für *fliuch-d.* Auch O'Dav. 1166 schreibt *liuchderc*, und Cormac gebraucht § 829 *liuch*, um eine Etymologie zu erhärten (*lacha i. liuchi i quam aliae aues*).

2998. *būadacha*, Pl. statt Dual, wie 3004 *rachāini*.

3016. L. *lē* st. *lea*, wie 3196, *lee* 6312.

3023. L. *for leth* (: *beth*) wie ebenso 4745 (: *mīled*).

3042. Hier steht *cocaid* st. *coicthe* im Reim mit *cotaig*. Der Dat. Plur. *coicthib* findet sich 5559.

3048. *faithche* ist der Alliteration wegen beizubehalten.

3061. L. *'na mbrāthirse*, wie 3056.

3065. L. *Maicc Iăcōib, ilar mblā*. Vgl. 201.

3184. Zu *mōr nech* vgl. *atā mōr neich 'nar n-anfis*, RC VII 296 § 105.

3199. Hier steht *reom* wie *rom* 1270; 3201 dagegen *remum*.

3227. L. *do sūidib sreth*.

3251. *sò-gabtais* ist des Reimes auf *ròmarbtais* wegen beizubehalten.

3267. L. *hi cacht carcrach, crīmnach* [*cath*].

3271. Wie der Reim mit *amlaid* zeigt, gebraucht der Dichter *tarbaid* mit kurzer erster Silbe.

3315. Hier steht *trīs* für *trīst*, um den Reim mit *fīs* zu markieren.

3336. L. *ria thūr* (: *rūn*) 'zu seiner Erforschung'.

3368. L. *cona rūnaib*.

3369. L. *Macc Iăcōib cosin rath* oder *Maccān Iăcōib co rath*.

3375. *a tass* (= *toss*) 'aus der Stille'. »Wie ein Blitzschlag aus heiterem Himmel.«

3393. L. *Dorinōlad*.

3435. L. *os cach blā* (: *dorāega*). Ebenso 5327 *blā* : *bretha*.

3439. L. *luid clann Iăcōib, gnīm cert*. Ebenso ist 3653 zu lesen.

3452. Hier ist dem Reim mit *slūagaib* zu Liebe *trūagaib* st. *trūaga* geschrieben.

3457. Hier steht die alte Form *lotair* zum Reime mit *broccaig*.

3489. *fonrathaig*, nicht mit 'observe' (Str.) zu übersetzen, sondern 'begünstigen, gedeihen machen, nähren'.

3491. L. *grīsgāibt* im Reim mit *Īsāic*. Vgl. *cen gāibte gat*, Metr. Dinds. III 82, 71, wo Gwynn *gáibthe* druckt. Es besteht aber Reim mit *tāinte*.

3553. St. *ar in maig* l. *immaig*.

3560. *cūla* des Reimes wegen st. *cūlu* wie sonst immer, z. B. 2555, 4872, 8324.

3567. *dodāil* 'Mißgeschick', Acc. pro Nom., wie oft, dem Reim mit *gabāil* zu Liebe.

3569. L. *Uair* [*as*] *lib* und vgl. 3591.

3600. L. *corsāera Beniēmēin*.

3639. *snīset* bloß im Reim mit *rochusset*. Sonst *snisit* 6514, *sinsit* 5741.

3659. L. *iar cōir chert* (Gen. Plur.).

3687. *graim* = *greimm*.

3689. Zur Form *dorumensat* vgl. *ar doruimen Écsi ná sáraigfithe imon tech i mbói*, Anecd. II 50 § 12.

3753. *cāinig* (: *cāirig*) = *cāine*.

3781. *int* ist auszulassen.

3798. L. *nī tuidech* 'ich kann nicht kommen'.

3821. L. *fri samlai* u. vgl. 22.

3849. L. *Dognīāt druīd ind rig*. *druīd* auch 3419, Gen. Plur. *druād* 3858.

3891. L. *donessa* (: *tressa*). Auch 5727 ist st. *tressiu* wohl *tressa* zu lesen.

3899. Hier ist *leo* zweisilbig, sonst dagegen einsilbig: 4023, 4111, 4657 usw.

3902. Hier wollten die Herausgeber des Thes. Palaeohib. I 530 *cen chaili* lesen und verglichen dazu *cen chaile nach datho* Wb 5 c 19. Aber das Geschlecht ist verschieden. *cen gaili* übersetzt 'absque macula', Exod. XII 5.

3942. St. *forthu* l. *forru*, wie sonst stets geschrieben steht (4466, 5419, 6860 usw.).

3949. L. *Cethri chēt tricha*[*t*] *triamnaib*, wo *triamnaib* wieder nur dem Reim zu Liebe statt *triamnai* geschrieben ist.

4039. *tlus* (u), Gen. Sing. *tlossa*. Vgl. Metr. D. III 54, 19; 236, 23.

4046. Zu *dogba* vgl. *macc dogba Dorbglais* (sic leg.), Metr. Dinns. III 110, 16.

4093. L. IN[*r*]*ī* und vgl. 4107.

4125. *guidim* gebraucht der Dichter abwechselnd mit *for*, wie hier und 1629, 4558, 7189, mit *co* 2171, *di* 1322, 4555, 5503, 5525, oder bloßem Akkusativ 1615, 1645, 1699, 5500.

4135. L. *i slēib Sīna, ba sliucht nglē.*

4234. L. *cāin tomus* (: *dorus*).

4249. *fochlai* ist beizubehalten. Vgl. *fachlai* 4228.

4254. L. *comlāin* und vgl. 4257.

4298. L. *dia tai*[*d*]*bsin.*

4315. L. *nāssad.*

4327. L. *glē glain*, wobei *glē* auf *dē* reimt.

4335. L. *fo blāth bil, bolad* (: *torud*) *nōibe.*

4346. L. *sainreid* (: *cleith*).

4358. Hier ist wohl *lānmass* zu lesen, wie auch Stokes im Index ansetzt.

4366. *tabernacuil* ist dreisilbig zu lesen, wie ebenso 4402.

4454. Hier ist wohl entweder mit Stokes *domuin* [*druin*] oder [*duinn*] wie 2637 zu lesen. In Ir. T. I 215, 14 u. 24 kommt beides hintereinander vor.

4470. In *dia mbās* faßte Str. *bās* als s-praet. Es ist aber 'zu ihrem Tode' zu übersetzen.

4492. L. *doraitni*, wie 7531 steht. Ebenso 6509.

4496. L. *dorairbered.*

4503. St. *tii* ist wohl *tli* zu lesen.

4519. L. *lōr* [*do*] *dūis*. *drong* ist hier des Reimes wegen fem. Sonst immer mask., 1227, 1265, 1289, 1434, 2147, 2619 usw.

4549. *bid* = *bith* (: *sreith*).

4570. L. *ardib trēnaib tochomracht*. Stokes wollte unbegreiflicherweise in *treraib* ändern.

4658. L. *a cathrach.*

4659. L. *di gail.*

4678. L. *fiada mbrāthrib* u. vgl. 4700.

4685. Es ist *crūaid* beizubehalten und im Reim *mōrslūaig* zu lesen.

4700. *creitiu* ist 1. Sing. Präs. Ind., nicht wie Str. meinte, 2. Plur. Imper.

4712. L. *dorairngered*, wie 4828.

4729. L. *a rec.*

4741. L. *Essu imbid raith.* Vgl. *imbed* 4020.

4750. L. *anaichneid.*

4753. L. *Rosgab crith, grāinne athcha.*

4755. L. *rosbāid.*

4777. Hier und überall druckt Stokes *Balám*, obwohl die Hs. kein Längezeichen aufweist. Es ist vielmehr *Bālam* anzusetzen, wie

sich aus dem Reim *Būlaim* : *bāgaib* 4792, *Bālam* : *sārgud* 4806 und aus dem quantitativen Gleichklang mit *ālaind* 4802 ergibt.

4786. L. *ar chenn*, ebenso wie 5861. Vgl. *ar cenn* 2950, 3802, 5452, 6487.

4803. L. *ar inn ūair.*

4809. L. *Nī rasnach* (= *lasnach*) *nduine.* LB hat: *is follus nāch la duine fēn comus a erlabra.* Zu *lasnach* vgl. *nimgeib formach frisnach sen,* Otia I 124 § 13; *scaram fris gach mbāes mbunaid* CZ VI 264 § 11: *gémad grúg leis gach righ ráin*, ib. 269 § 12.

4881. L. *co līnib eōl.* Stokes stellte *līnib* zu *lín*, dessen Dat. Plur. *línaib* 1543 vorliegt, statt zu *līne* f. 3553.

4902. L. *ārōin.*

4943. *Mathussālem* ist dreisilbig mit dem Hauptton auf *sàlem* zu lesen, wie die Alliteration 2289 zeigt. Ebenso skandieren *Idumeus* 6193, *Elizafiath* 7476 als drei Silben; *Sarachēl* 798, 800, *Darachēl* 801 als zweisilbig.

4927. L. *airbrib, ālaib. āl*, dessen Gen. Plur. 42 vorkommt, eigentlich 'Brut', dann 'Schar, Menge'. Vgl. *fri hāl ndomuin bad chathmar*, Ér. III 96; *óen-ál co n-allud*, LL 139 b 49; *nī bī āl gan uachtarān!* Muiredach Albanach.

5139. L. vielleicht *in sessed* [*soithig*] *iar seing* = *iar soithig seing* 'der schmalen Urne gemäß'. *Soithech* steht auch Metr. Dinds. II 26, 14 im Binnenreim mit *noithech.*

5147. Hier ist *crann* auszulassen.

5156. *sacerdote* ist dreisilbig zu lesen.

5174. *āibnech* = *ōibnech.*

5190. *riges* von Str. ausgelassen.

5254. L. *rī conic trethan torann*, wo *trethan* mit *srethchor* reimt.

5339. L. *feib lōr. danānic, tuc dein | mōr di cech ulc do chlemnaib.*

5359. Es ist nicht nötig, mit Stokes in *rodāili* zu ändern, da *Dia* als zwei Silben zählt.

5533. L. *Fón messe robriss recht réil* 'Oder bin ich es etwa, der das klare Gesetz gebrochen hat?' Hier ist *fón* aus *fó in* zusammengezogen. Vgl. *fó* st. altir. *ba, fa*, mit Anlehnung an *nō* 1835.

5544. L. *d'ōenrīg ūasaib* [ ], wobei *ūasaib* auf *dūasaig* reimt.

5556. *do gait* faßte Str. als 3. Sing. s-praet. = *ro gait. gait* ist aber Dat. von *gat* und zu übersetzen wäre etwa: 'mit dem Befehl, ihnen die Augen auszureißen.'

5603. L. *co rālsat ār nglanōg ngrinn.*

5610. L. *fiana*, wie 6514 geschrieben steht; Gen. Sing. *fēne* 3992; Akk. Sing. *fēin* 7163 usw.

5611. L. *slūag sin sīrden fri slat srēn.*

5613. L. *slūag* (: *tūath*).

5650. L. *treotu* und vgl. *foechair* st. *feochair* 5586.

5679. *ined*, wie auch 6412 im Reime mit *dliged* steht, ist wohl die archaische Form von *inad*, das Pedersen I 91 zu *ed* stellt.

5727. L. *tōlaib crīch*.

5761. L. mit der Hds. *Bāi ị slind*.

5772. Die Form *lethiu*, die sich auch 7729 findet, ist hier durch den Reim mit *cliu* gesichert.

5823. L. *ba deccair taidbsin dia dreich, taidbsin* im Reim mit *amseir*.

5836. *tabar* ist wohl nicht mit Str. als Imp. akt. = *tabair* aufzufassen, sondern steht für *tabarr*.

5855. *sotharfa* = *so-tharba*, im Reime mit (*co*) *rìmarba*.

5859. Zu *bāg for assa* vgl. *īar n-assu*, Contribb. s. v. *asse*, wo *īar n-assu*, Arch. III 297 nachzutragen ist.

5918. L. *srethṡlūagaig*.

5919. Zu *gāine* vgl. *tria gāine ngnō*, Metr. D. III 8, 1 und s. Windisch, TBC Ind. s. v.

5953. L. *co diss* 'demütig', mit St. *Diss* kommt noch 3347 und 6423 vor.

5969. *in m̄breis conrūala in slūag* 'den Lärm, den die Schar erhob'. *conrūala* zu *com-od-la-*.

5972. L. *dorinōl*. Ebenso 6906 und vgl. 6897.

5980. L. *fo ōinētgud*. Vgl. *bith fo aonétach ria feraib comaitech*, O'Dav. 238.

6002. Das *I* von *Israhēl* ist hier zu elidieren, weswegen auch *srahēl* geschrieben ist.

6019. L. *tairinn do gail ngnāthaig* u. vgl. 6022.

6143. L. *dochúaid cen techel* u. vgl. *cen nach t. dochúaid as* 6219.

6183. L. *fri brīg mbladbailc*.

6215. *forcongrad* ist *fòrc'ngrad* zu lesen.

6225. Das [*m*] in *doso*[*m*] ist zu streichen. 'Nonne *huic* cantabant?' I Sam. 21, 11.

6228. Hier hat *serb* die Bedeutung von 'kaum'. Zu *derb* 6227 vgl. *teora mīli derba dēc*, Trip. 116, 3.

6243. L. *brīgbladmar* (: *prīmadbar*).

6255. L. *bīāid nech im bān'gud dē*, wo *dē* wie in 21 proleptisch zu nehmen ist.

6272. L. *is i ndīthrubaib Ainge* (Engaddi).

6326. L. *tadāil* (: *Nabāl*).

6328. *a ōenor* 'von allein'.

6336. L. *is dīthraib ro bōi*.

6353. L. *darb bā* (: *ūama*).

6359. L. *feib dorairngred duit cen brath.* Vgl. *dorarbrad* 6922. Das müßige *rem* = *rēimm* ist aus 6351 wiederholt.

6367. *thāraic*, mit Lenition zur Bezeichnung der relativen Funktion, wie 6741, 7252, 7509, 7517, 7577.

6383. L. *rogabad fri glāmma gnē, nīmbāi sāma la Sephe.*

6400. L. *ōnd aidchi luide Dauīd*, wo *luide* auf *suide* reimt. Auch 5880 steht *luide* als die relative Form (: *dluige*); aber 3143 *luidi* ohne Reim (von Str. übersehen).

6407. Hier steht *dīn trēn* im Reim mit *tīr nGēd.*

6410. L. *diand* oder *dian* = altir. *diant* u. vgl. 6112, 6694.

6410. *in chathir*, nom. pro acc. dem Gleichklang mit *Achis* zuliebe. Ebenso *cruid* (: *tuil*) usw.

6456. St. *fós* ist wohl *beos* zu setzen, das wir 11, 4058, 5046 haben.

6462. L. *glūar* (: *slūag*).

6487. L. *fo gāile gnē*, wie 6475. *gāilib* ist nur wegen des Reimes mit *cāinib* geschrieben.

6509. L. *doraitni.*

6523. Hier hat der Dichter den Namen *Brigente* aus *primogenitae* (I Sam. 14, 49) herausgelesen.

6528. L. *ni fo chlethaib robātar.* Vgl. z. B. *ba leith* = *fo leith*, RC VII 292 § 53, wo Stokes 'it was a festival' übersetzt.

6559. L. *iar ngormchath inna ngrūad ngūr.* Die volle Form *inna* findet sich noch 414, 5908.

6631. L. *līn a slōg slān fri sār slat.*

6645. L. *Cethrur nolūaided lāid nglē*[1].

6656. L. *don tūathach*, nämlich David.

6711. *ba col*, nicht mit Str. zu *eter fer is mnāi* zu ziehen, sondern für sich zu konstruieren.

6739. Stokes wollte *crūad* hinter *chrūach* einschieben. Es ist aber *crūāch* zu lesen, das auf das einsilbige *slūag* reimt.

6741. L. *thāric* im Gleichklang mit *rādid*, wie *thāraic* = *lāmaib* 6367.

6759. L. *clann Dauīd.*

6780. *rēn* = *rōen*, um den Reim mit *trēn* zu markieren.

6820. Hier hat der Schreiber das müßige *doib* eingeschoben, weil er *dēc* las. Es ist aber *dēēc* (: *dēsere*) zu lesen.

6823. L. *īar fīr.*

---

[1] Hier möchte ich erwähnen, daß die Namen der vier Spielleute, welche die Figur Davids in einer von Wülker in seiner Geschichte der englischen Literatur (hinter S. 26) abgebildeten angelsächsischen Darstellung umgeben, ETHAN, IDITHUN, ASAPH und EMAN zu lesen sind.

6831. L. *rofīg* im Reim mit *rīg*. 7053 steht dagegen *rofich* im Reim mit *dligthib*.

6847. *ní gó gaib.*

6851. *agair*, Sing. Präs. Pass. 'Tribus mensibus fugies adversarios tuos', II Sam. 13.

6863. Marstrander (Dict. 196, 42) stellt *deochair* hier nach meinen Contrib. unter *dechor*, allerdings mit falscher Zitierung. Es handelt sich aber um *defeochair* (Ped. § 75, 3): 'der Herr war zornig auf ihn, weil er von seinem frevlen Kampfesbeginnen wußte.' Vgl. die Anmerkung zu 7115.

6889. Es ist nicht mit Stokes *iar sētaib* zu lesen, was den Reim mit *cēt* aufheben würde.

6899. L. *tria bladblait* im Reim mit *tarmairt* (vgl. 6923).

6912. St. *rotheich* ist mit Str. *rotāich* zu lesen, eine Form, die 7903 vorkommt.

6919. Beachte den Gleichklang *crōdonn* : *comong*. Daß dies beabsichtigt sein könne, wollte ich nicht glauben, bis ich zufällig in LL 144b 19 die folgende Zeile fand: *ba hé in lórbladach ra raind, ba cú comramach Culaind.*

6935. L. *dīan dīumsaig*. Hier steht *dīumsaig* dem Reim zuliebe für *dīumsach*.

6977. L. *ilar dāl* im Reim mit *banscāl*, das auch sonst überall als Neutrum anzusetzen ist, wie 1691 *don banscāl febda* (: *menma*), 4646 *banscāl febda forētrom*, 7638 *banscāl* : *dāl*.

6983. *dul* 'umkommen'; *in mōr* 'das Ganze'.

7005. Zum Nom. *Solam* gebraucht der Dichter den Gen. *Sôlman* oder *Solamain* (7018) und den Dat. *Solmain* (7010) oder *Solamain* (7034). Vgl. die von Bergin herausgegebenen mittelir. Deklinationsregeln.

7023. *dam bō* 'Ochse' zum Unterschied von *dam* 'Hirsch'.

7039. L. *co adrad n-īdal* 'bis zur Götzenanbetung'. Vgl. 7045, 7060.

7075. L. *rīg.*

7102. *comlūad* = *comlūath.*

7115. *deochair Dīa dil* 'der zornige liebe Gott'. Auch hier hat Marstrander 196, 42 *deochair* fälschlich wieder zu *dechair* 'Unterschied' gestellt, wohl ohne sich die Stelle genauer anzusehen. Zur Wortstellung, bei der ein Adj. voraufgeht, das andere folgt, vgl. 'Four Songs' S. 6.

7171. L. *brāthbeirt* (: *tānic*).

7177. *finbert* (: *imthecht*) = *finn-bert.*

7291. St. *líu* l. *lia.*

7259. L. *do bīastaib bate cen blaid* ('welche ruhmlos sterben'), *d'íascaib snāte i srothaib.*

7297. L. *Ābīal* (: *grādmīad*), wie 7424.

7313. L. *Rī rosāer Iācōb d'āitt.*

7355. L. *dia rīgroimsi rath* 'durch die Gnade seiner königlichen Kraft'.

7425. *romaib* im Reim mit *doraid*; dagegen *remib* 4765, 7444, *remaib* 4705.

7486. *bathāil* im Reim mit *Zachāir* (vgl. 7500).

7500. Hier ist *Eōin* (: *gleōir*) st. *Iohain* zu lesen. Der Dichter gebraucht für gewöhnlich *Iohain* (7458, 7476, 7489 usw.) und verwendet *Eoin* anscheinend nur im Reime, wie 7401.

7525. L. *Gabrīal* (: *glanmīad*).

7584. L. *dā fer dēēc d'apstalaib.* Ebenso 7628 *dā chlīab dēēc d'fuidlechaib.*

7639. *friē* ist hier zweisilbig wie *friū* 4428, 7703.

7650. St. *clannaib* l. *chlamaib.*

7673. L. *dorodīusaig.*

7678. L. *imrulaid*, wie 7605, 7735.

7683. *criāid* ist zweisilbig, wie 7769.

7768. *cride*, der altir. Nom. Plur.

7798. L. *esēirgi* (: *lēri*); denn *esērge* wird von unserem Dichter durchaus als Fem. gebraucht. Vgl. 8237, 8241, 8249.

7812. Hier ist *na n-* auszulassen.

7827. L. *cond ar cuiri, qr crīchid gel.* Str. wollte *cuiri* als Verbalform fassen, was ich nicht verstehe. Ich übersetze: 'Haupt unserer Schar, unser herrlicher Schiedsrichter.' *conn* kommt noch 653, 7431 vor. *crīchid*, eigentlich 'Grenzbestimmer', von dem Adj. *crīchid* zu unterscheiden.

7830. L. *ēim.*

7832. *inganta mōir* — eine starke grammatische Lizenz — Obj. zu *rēlat.*

7835. Zu *nach neich* vgl. *a māine nach neich*, RC VIII 50,3.

7854. L. *cech caingin.*

7895. *nirosfoillsig* ist dreisilbig zu lesen.

7484. Hier steht *sein* dem Reim mit *gein* zuliebe statt *sain*

7906. L. *Mara Mind.*

7911. *carait* : *canait.* Derselbe Reim 7945/6.

7926. *iar* ist auszulassen.

7927. L. *aēr alad, ilar nēl.*

7946. *fri imlūad* ist mit Synizese zu lesen.

7951. *fostaib* = *fosta* (: *sostaib*).

7969. *Acht ar nDia* = *acht coar nDia.* Vgl. 7971.

7972. L. *dorūasat.*

8006. L. *nad dernai*.

8007. L. *ciapsa gūr fri crābud ṅglē,* | *tūr for dālaib Dē nemthā.*

8011. L. *dia thuicthib deimnib Dē bī* (: *nī*); *tuicthib* Dat. Plur. von *tucait*.

8031. L. *deochur* im Reime mit *fleochud* 8029.

8044. L. *fo chethri ardda*, wie 8064.

8049. L. *nā frithēle* 'der nicht dagegen betet'.

8069. L. *Trūag a ndīni*, wo *trūag* auf *sūan* 8071 reimt.

8096. Hier ist *ruided* wegen Reims mit *fuined* st. *ruide* geschrieben.

8111. L. *stūag* (: *nūall* 8109).

8121. L. *Gāetha gēra ginmara* | *galacha cētaib ahēl.*

8143. L. *a gnāsadbar*.

8165. L. *cōe grāinde* (: *āine* 8167). Derselbe Reim 8063; vgl. auch *grāinne* : *slāne* 873.

8188. *lassair* hat hier den Gen. *lasrach*, 8265 und 8306 dagegen *lasra*.

8206. Zu *glēthe* vgl. *slūag na nglasderc nglēthe*, Metr. D. I 10.

8223. L. *ar ndinnbile*.

8246. L. *ō thalman taisced* mit vorangestelltem Genitiv.

8329. L. *demnacda*.

8358. L. *dochta* (: *gorta* 8360).

8389. *Adfīadat* usw. Über das seltsame Mißverständnis Strachans betreffs dieser Strophe habe ich in den 'Illinois Studies' gehandelt.

Ausgegeben am 29. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917.
XLVIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

29. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Burdach sprach über 'Die Disputationsszene in Goethes Faust'.

Die nur in einem Entwurf (von 1801) und einigen Versbündeln vorliegende Szene sollte Fausts und Mephistos Bündnis und Weltfahrt vorbereiten durch einen Fragewettkampf über den Wert der Wissenschaft und der Erfahrung. Fausts einzige Frage nach dem schaffenden Spiegel ist nicht ein von außen in die Dichtung erst 1798 aus zufälliger Lektüre eingedrungener Fremdkörper, keine aufgefischte Kuriosität und auch nicht durch eine solche angeregt, deutet vielmehr, mit einer Formulierung Leibnizens, auf das Grundproblem der Faustdichtung. wurzelt im Goethischen Geniegedanken ('Werther'; Anhang zu Mercier) und wurde gleich den in Mephistos Fragen berührten optischen, geologischen, physikalischen Beobachtungen konzipiert schon in Italien aus der mit Moritz gemeinsam entwickelten Theorie vom schaffenden Brennspiegel des künstlerischen Organismus.

2. Hr. Burdach überreichte die 2. Auflage seines Werkes Deutsche Renaissance. Betrachtungen über unsere künftige Bildung (Berlin 1918), Hr. von Harnack seine Rede über die Institute und Unternehmungen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. gehalten in der Mitgliederversammlung am 19. Oktober 1917.

Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Hermann von Vöchting in Tübingen ist am 24. November verstorben.

Ausgegeben am 13. Dezember.

1917.
XLIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. Dezember. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Erdmann sprach über Inhalt und Bedeutung des Begriffs der Kontinuität bei Leibniz.

Vorangeschickt werden orientierende Bemerkungen über die Quellen zur Leibnizischen Philosophie.

Das Leibnizische Kontinuitätsprinzip, der Grundbegriff seiner analysis infiniti. setzt die durchgängige Kontinuität des Geschehens voraus. Der im Kontinuitätsprinzip formulierte mathematische Begriff der Funktion beherrscht in ausgesprochener Weise Leibnizens Lehre von der Welt der Erscheinungen. Aber der in diesem Prinzip vorausgesetzte, von Leibniz noch nicht ausreichend analysierte Begriff der Kontinuität aller Veränderungen ist ebenso grundlegend für seine Lehre von der Welt der aktual unendlich vielen substantiellen Monaden, aus deren nur teleologisch zu begreifenden Zusammenhang die Welt der Erscheinungen »resultiert«. Er bestimmt damit auch das Verhältnis der beiden Welten zueinander. (Dieser Teil erscheint später.)

Orientierende Bemerkungen über die Quellen zur Leibnizischen Philosophie.

Von Benno Erdmann.

Nur ausnahmsweise ist die Schwierigkeit, die Gedankenwelt eines Philosophen zu rekonstruieren, durch Überfülle eines Materials bedingt, das die Glieder des Ganzen in weit auseinanderliegenden Beziehungen und Anwendungen enthält.

Kaum irgendwo wirkt diese Schwierigkeit so störend, wie für die Leibnizische Philosophie, auch wenn nur das bisher (leider in reichstem Maße zerstreut) gedruckte Quellenmaterial in Betracht gezogen wird.

Jene beziehungsreiche Überfülle ist in erster Linie eine Folge von Leibniz' geistiger Eigenart. Seiner von früher Jugend an schier beispiellosen Vielseitigkeit der Interessen, die ihn die verschiedenartigsten Anregungen aufnehmen, mehr noch aufsuchen läßt, entspricht bis in die späte Lebenszeit hinein eine unermüdbare Vielgeschäftigkeit. Oft genug hat er sie, nie freilich ohne einigen Stolz, beweglich beklagt. Sich ihrer zu entwöhnen vermochte er nicht, hat es vielleicht niemals ernstlich versucht. Es trifft deshalb noch für seine letzten hannoverschen Tage zu, was er 1695 an Placcius schrieb: »*Quam mirifice sim distractus, dici non potest . . . Magno numero litteras et accipio et dimitto. Habeo vero tam multa nova in mathematicis, tot cogitationes in philosophicis, tot alias litterarias observationes, quas vellem non perire, ut saepe inter agenda anceps haeream, et prope illud Ovidianum sentiam: inopem me copia fecit*«[1]. Dieses Vielerlei des Aufnehmens und Tuns aber ist zusammengefaßt durch eine unaufhörlich sprudelnde geniale Produktivität und belebt durch eine in solcher Verbindung seltene Gabe, aus allen jenen Anregungen das für das eigene Denken Wesentliche im Fluge zu erfassen, zu neuen Verbindungen zu vereinigen, sowie zumeist anerkennend und stets vermittelnd nach allen Seiten hin weiterzugeben. In größtem Stile ist Leibniz zugleich Polyhistor, Autodidakt und Synkretist.

[1] Leibnitii Opp. ed. Duteus VI 59.

»*Un homme qui veut tout lire*«, nennt er in einem seiner zahlreichen Selbstbekenntnisse sich selbst[1]. Unterstützt wurde er in dieser Aufnahmefähigkeit für fremde Gedanken durch ein ungewöhnliches Gedächtnis für begriffliche Zusammenhänge, das er von früh an in heißem Bemühen um eine allgemeine gedankliche ars combinatoria geschult hat. — Gern bezeichnet er sich zugleich als einen Autodidakten: »*Duo mihi profuere mirifice* . . .: *primum quod fere essem* αὐτοδίδακτος; *alterum quod quaererem nova in unaquaque scientia* . . ., *ut ne ante quiescerem quam ubi cuiusque doctrinae fibras ac radices essem rimatus et ad principia ipsa pervenissem, unde mihi proprio marte omnia quae tractabam invenire liceret*«[2]. — Auch die konziliatorische Anlage hat er zum höchsten gesteigert. Wie keiner vor ihm hat er die alte, in dem monströsen Werk von Steuchus Eugubinus aus dem Jahre 1540 formulierte synkretistische Idee einer perennis philosophia in der Tiefe erfaßt: »*La verité*«, schrieb er 1714 an Remond de Montmort, »*est plus repandue qu'on ne pense, mais elle est très souvent fardée, el très souvent aussi enveloppée et même affoiblie, mutilée, corrompue par des additions qui la gâtent ou la rendent moins utile. En faisant remarquer ces traces de la verité . . . dans les anterieurs, on tirerait l'or de la boue, le diamant de la mine, et la lumiere des tenebres; et ce serait en effect perennis quaedam philosophia*«[3]. — Erstaunlich endlich bleibt auch bei dem Gealterten das Vermögen, die eigenen Gedanken fremden anzupassen und diese in die Bahnen des eigenen Denkens einzulenken.

Es versteht sich ohne weiteres, daß diese geistige Eigenart in Leibniz' philosophischen Schriften deutlicher hervortritt, als in seinen anderen Werken. Nur wenige dieser Schriften sind, wie das »Systeme nouveau de la nature et de la communication des substances« vom Jahre 1695, direktem Mitteilungsbedürfnis entsprungen. Weitaus die meisten sind Gelegenheitsschriften, durch das Bedürfnis vermittelnden Ausgleichs mit anderen Standpunkten angeregt. So selbst die beiden einzigen umfassenden philosophischen Darlegungen, die er sich Zeit genommen hat auszuarbeiten, die »Nouveaux essais sur l'entendement humain« und die »Theodicée«; in jenen bekanntlich eine wissenschaftlich gehaltene Auseinandersetzung mit dem Empirismus Lockes, deren Drucklegung er mehr aus Vorsicht als aus Rücksicht unterlassen hat, in dieser exoterischen Schrift, einem der Grundwerke für die popularisierende Aufklärungsphilosophie, eine doch aus dem Innersten seiner von religiösen Motiven durchsetzten Metaphysik heraus vermittelnde

[1] Leibniz Philos. Schriften. hrsg. v. Gerhardt I 371.
[2] A. a. O. III 185.
[3] A. a. O. III 624.

Abwehr des Bayleschen Skeptizismus. Gelegenheitsschriften auch diejenigen kleineren Arbeiten, die neben dem Nouveau système in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts vor allen anderen zur Wiedergabe seiner theoretischen Philosophie verwertet worden sind. So der erst 1846 veröffentlichte, vielleicht von vornherein zur Kenntnisnahme für Antoine Arnauld niedergeschriebene »Discours de Metaphysique« aus der Zeit um den Anfang 1686; ferner die für Remond de Montmort und dessen Pariser Kreis bestimmte, aber nicht abgesandte sogenannte »Monadologie« vom Jahre 1714, über deren Ursprung und seltsames Buchschicksal erst eine bisher nur teilweise veröffentlichte Berliner Preisarbeit von Dr. Clara Strack Aufklärung geschaffen hat; endlich die ursprünglich für den Prinzen Eugen von Savoyen in derselben Zeit verfaßten »Principes de la nature et de la grace fondés en raison«.

Schon diese wenigen Proben lassen erkennen, daß Leibniz' eigene Gliederung seiner philosophischen Schriften in exoterische, zu denen er auch den »petit discours« der eben genannten Principes rechnet, und in akroamatische, sowie der akroamatischen in solche, die der scholastischen und andere, die der Cartesianischen Schulsprache angepaßt sind[1], nicht ausreicht. Die stets bereite Rücksicht auf das Verständnis und den Interessenkreis seiner Leser bedingt tatsächlich mannigfaltigere Abstufungen.

In noch höherem Grade walten solche variierenden Rücksichten natürlich in den philosophischen Erörterungen der Briefe von Leibniz, die sein mehrfach über Jahre sich erstreckender Briefwechsel enthält. Übertrifft seine Korrespondenz doch nicht nur an Umfang, sondern auch an Mannigfaltigkeit bei weitem alles, was wir an Schreiben aus einer Zeit besitzen, in welcher der wissenschaftliche Verkehr sich zum nicht geringen Teil in Briefform vollzog. Und sehr verschiedene Anlässe sind es, die Leibniz immer aufs neue bewegen, von seinen philosophischen Gedanken brieflich Kunde zu geben, sie zu erläutern, zu verteidigen, zu anderen Lehren in Beziehung zu setzen und für ihre Ausbreitung zu sorgen. Es sind, um nur einiges herauszugreifen, andere Anknüpfungspunkte, Gedankenführungen und Lehrmeinungen, andere Belichtungen des Ganzen seiner Philosophie, durch die er in der Zeit des status nascendi seiner Metaphysik den Jansenisten und Cartesianer Arnauld für seine Lehre zu gewinnen sucht, als diejenigen, durch die er sich zwanzig bis dreißig Jahre später in weitgehender Konnivenz mit dem Jesuitenpater des Bosses auseinandersetzt. Und wieder anders werden seine Gedanken geformt, wenn er sie das eine Mal der Pariser Gruppe um Remond de Montmort, andere Male den von ihm gesuchten

[1] A. a. O. IV 146 u. III 624 f.

fürstlichen Gönnern und Gönnerinnen annehmbar zu machen bestrebt ist. Nicht minder verschiedenartig endlich sind die Lehrbetrachtungen, in denen er Philosophisches hier mit dem Cartesianischen Mathematiker DE VOLDER, dort mit den ihm mathematisch fast gleichstehenden Brüdern JACOB und JOHANN BERNOULLI verhandelt, oder SAMUEL CLARKE gegenüber die Unterschiede seiner Naturauffassung von der NEWTONS klarlegt.

Es ist deshalb schon kein ganz einfaches Unternehmen, aus den verschiedenartigen und verschiedenwertigen Bausteinen der philosophischen Schriften und Briefe von LEIBNIZ das ursprüngliche Gebäude seiner Lehre in seiner reichen Gliederung zu rekonstruieren[1]. Aber die historische Forschung ist fehlgegangen, wo sie sich mit diesem Material begnügt hat.

Denn es ist eine künstliche und irreführende Scheidung, die mich bisher von LEIBNIZ' philosophischen Schriften und Briefen reden ließ[2]. LEIBNIZ ist nicht einesteils Philosoph, andernteils Mathematiker und mathematischer Physiker, außerdem Theologe, Historiker, Jurist, Sprachforscher, Politiker, Kirchenpolitiker, sowie voll weiter Pläne für die Ausbreitung des Christentums und die Umsetzung des Wissens in die Praxis bis hin zur Gründung praktisch abgezielter gelehrter Gesellschaften. Er war dies alles zugleich, so zwar, daß die Lehrwerke, Abhandlungen, Denk- und Flugschriften, Briefe, Entwürfe und Pläne, die zur Verwirklichung von dem allen erforderlich waren, letzten Endes nahezu ausnahmslos Dokumente seiner Philosophie sind. Ihre Gedanken strahlen von dem Zentrum seiner Welt- und Lebensauffassung aus und fließen in ihm zusammen. Es gibt deshalb kaum eine unter seinen zahlreichen Veröffentlichungen und vermutlich nur wenige unter den kaum zählbaren Schriftstücken seines Nachlasses, deren Erörterungen nicht von seiner Philosophie aus Licht erhielten oder auf sie zurückwürfen.

Für viele dieser Aus- und Einflüsse ist es allerdings dem Kundigen möglich, die rechte Entfernung ihres Wirkungsortes von dem philosophischen Mittelpunkt zu bestimmen. Unmöglich aber ist es, die Leistungen des genialen Mathematikers von denen des großen Philosophen zu trennen. Schon LEIBNIZ' Jugendtraum der ars combinatoria ist aus dem Zusammenfluß eines frühreifen, vorerst formal logisch ge-

---

[1] Insbesondere E. CASSIRER hat in seinem wertvollen Leibnizwerk auf diese Schwierigkeit wiederholt hingewiesen und sie zugunsten seiner rationalisierenden Darstellung mehrfach glücklich zu überwinden gewußt.

[2] So insbesondere auch L. COUTURAT in der Préface seiner Schrift La Logique de LEIBNIZ Paris 1901, allerdings mit unzutreffender Anwendung auf die Verteilung der Briefe und Schriften, die ein Herausgeben der philosophischen oder gar der Schriftstücke überhaupt von LEIBNIZ zu treffen hat.

richteten philosophischen und eines noch ungeschulten mathematischen Denkens entsprungen. In den späteren Phasen seiner philosophischen Entwicklung wird die Vereinigung mathematischer und philosophischer Antriebe noch stärker wirksam. Sie hat dementsprechend auch die Entwürfe zur Ausgestaltung jener rationalistischen Vision der ars characteristica universalis hoch über das Niveau der ars magna des Raymundus Lullus, der nebelhaften Phantastik von Giordano Bruno, der Philosophical Language des Bischofs Wilkins und anderer Bestrebungen dieser Art emporgehoben, so daß ihre Idee zum Ausgangspunkt für die neuerdings reichverzweigten Formen des Logikkalkuls werden konnte. Speziellerer Art sind Leibnizens Schriftstücke und briefliche Äußerungen zur Philosophie der Mathematik. Um so größere, erst neuerdings gewürdigte Bedeutung besitzen sie für seine Lehre von Zahl, Zeit und Raum, und damit für seine Naturauffassung überhaupt. Vor allem aber kommt die größte, längst unbestrittene seiner mathematischen Leistungen für seine Philosophie in Betracht: die Entwicklung der analysis infiniti, der Differential- und Integralrechnung, aus den Anfängen heraus, die ihm die zeitgenössische Mathematik geboten hatte. Sie ist das Produkt seines gereiften philosophischen und mathematischen Denkens, nach seiner eigenen Erklärung in einem Briefe an den Paduaner Mathematiker Fardella vom Jahre 1696 »*ex intimo philosophiae fonte derivata*«.[1] Die seiner Analysis zugrunde liegende Idee durchsetzt in der Tat seine theoretische Philosophie in allen ihren Verzweigungen. Sie ist von dem sachlichen Gehalt dieser Lehren noch weniger abtrennbar, als der mos geometricus von der Philosophie Descartes' und Spinozas, oder die von Galilei durchgeführte Reform der Physik von Hobbes' Hypothesen über das corpus naturale und civile. Leibniz meinte deshalb mehr noch, als der Wortlaut unmittelbar anzeigt, wenn er in dem ebenerwähnten Briefe fortfährt: »*haec nova inventa mathematica ... analysis infiniti ..., qua mathesis ipsa ultra hactenus consuetas notiones, id est ultra imaginabilia sese attollit ..., partim lucem accipient a nostris philosophematibus, partim rursus ipsis autoritatem dabunt*«. Er hatte im Hinblick auf die Infinitesimalbetrachtungen seiner Körper- und Monadenlehre in einem Brief (-Entwurf?) für den mathematisch lernfreudigen Marquis de l'Hospital 1694 geradezu niederschreiben dürfen: »*Ma metaphysique est toute mathematique pour ainsi dire ou la pourrait devenir*[2]«.

[1] Briefwechsel zwischen Leibniz, Arnauld und dem Landgrafen E. von Hessen-Rheinfels, hrsg. von Gerhardt 1846, S. 210. Man vergleiche die von L. Couturat La Logique de Leibniz, Paris 1901, auf S. 280f. zusammengestellten Bemerkungen.

[2] Leibniz' Math. Schriften II 258.

Wer demnach ein treues Bild von Leibniz' Philosophie entwerfen will, kann der mathematischen Schriften, Entwürfe und Briefe, in denen der Philosoph auf die prinzipiellen Gedanken seiner mathematischen Leistungen eingeht, nicht entraten. Um so weniger, als keine der oben genannten philosophischen Schriften und nur einzelne Schreiben des im engeren Sinne philosophischen Briefwechsels die mathematische Struktur seines philosophischen Denkens erkennen lassen. Weder der Discours de Métaphysique noch das Nouveau Système, noch die Principes, noch die Monadologie, noch endlich die Nouveaux essais oder gar die Theodicée kann als ein vollgültiges Dokument seiner Lehre angesehen werden. Selbst in dem eigener Initiative entsprungenen Nouveau Système vermag nur, wer aus den mathematischen Schriftstücken orientiert ist, die gestaltende Kraft des mathematischen Einschlags zu erkennen.

So wenig wie die Principes ist die Monadologie geeignet, in die letzten Zusammenhänge der Leibnizischen Lehre einzuführen. Sie hat dadurch irreführend gewirkt, daß sie nicht, wie die gleichzeitigen Principes und der dreißig Jahre ältere Discours de Métaphysique, dazu bestimmt erscheint, religiös interessierte Persönlichkeiten für die Lehre zu gewinnen, und überdies etwas mehr als die Principes esoterisch gehalten ist. Sie gilt allerdings ebenfalls seit langem als eine Gelegenheitsschrift. Aber man beruhigte sich, auch in den zahlreichen neueren französischen Ausgaben der Schrift, dem vermeintlichen Adressaten gegenüber bei dem scheinbar objektiven Charakter der Darstellung. Wir wissen überdies, wie oben bereits angedeutet, erst seit kurzem sicher, daß Leibniz gar nicht beabsichtigte, in ihr eine zusammenfassende Darstellung seiner gesamten Metaphysik zu geben. Er wollte Remond de Montmort und dessen Pariser Freunden, deren Platonisierenden und schönwissenschaftlichen Interessen die Mathematik fern lag, nur ein »éclaircissement« speziell über seine Monadenlehre liefern. Daher der deduktive Aufbau der Thesen, schon in dem von Leibniz zurückgelegten ersten Entwurf, sowie der Ausbau im einzelnen, insbesondere das Zurücktreten der naturphilosophischen Lehrmeinungen, die nur andeutende Einflechtung der infinitesimalen Betrachtungen als »zugestanden« und anderes mehr[1].

Nach dem allen ist begreiflich, daß die landläufigen Darstellungen der Leibnizischen Philosophie auch in unseren umfassenderen Geschichtswerken sich so gut wie ausschließlich an die »philosophischen« Schriften, seit J. E. Erdmanns Ausgabe der Opera philosophica insbesondere an die »Monadologie«, gehalten, und deshalb die Bedeutung der mathe-

[1] Man vgl. Leibniz, Philos. Schriften III 618. 622. 633.

matischen Struktur für den Gedankenkreis des Philosophen teils, wie Kuno Fischer, völlig verkannt, teils nur unzureichend berücksichtigt haben, auch da, wo in ihnen das Prinzip der Kontinuität, die Formel Leibnizens für den Infinitesimalgedanken, einigermaßen hervorgehoben wird. Daran hat auch die in mehrfacher Hinsicht zutreffende Einschätzung der »Monadologie« in dem sonst leider vielfach verfehlten Werke von Ed. Dillmann (1891) nichts zu ändern vermocht. Erst die umfassenden Spezialuntersuchungen von Bertrand Russell (1900), Louis Couturat (1905) und Ernst Cassirer (1902) haben hier Wandel geschaffen, in anderer Hinsicht, auf dem für Leibniz' Philosophie peripheren Gebiet, auch die erschöpfende Arbeit von Louis Davillé über Leibniz' Historien (1909).

Trotzdem fehlt noch viel zu einer Wiedergabe von Leibniz' Philosophie auf Grund voller Belichtung durch das jetzt nicht mehr beiseite zu stellende mathematische Quellenmaterial. Methodologische und sachliche Momente, die sorgsame Beachtung fordern, sind bisher nicht gebührend in Rücksicht genommen.

Eine methodische Forderung, die hier zuerst betont werden soll, nimmt sich, allgemein formuliert, so selbstverständlich aus, wie es schwer ist, ihr im besonderen Fall gerecht zu werden. Kein ernsthafter Forscher hätte sich beifallen lassen dürfen, eine große wissenschaftliche Leistung lediglich aus Milieuwirkungen abzuleiten. Bei solchem Beginnen geht das Beste historischer Einsicht und Wertung hoffnungslos verloren. Aber selbst hervorragende Forscher können, sind sie eingeschworen auf eine philosophische Schulrichtung, der Versuchung erliegen, die Geschichte der Philosophie im ganzen wie in einzelnen Perioden und Systemen nach Ideen zu deuten, die sich nicht aus dem Quellenmaterial ergeben, sondern in dieses von späterem Standpunkte aus hineingetragen werden. Hegel, der Begründer der Geschichte der Philosophie als Wissenschaft, hat hierfür ein verlockendes Vorbild gegeben.

Eng hängt damit ein zweites, mehr sachliches Moment zusammen. Es liegt im Wesen der Philosophie, daß jede große philosophische Leistung ein systematisches Ganze ist, in dem schließlich jedes Glied mit jedem anderen in mannigfaltigen Zusammenhängen steht. Von jedem einigermaßen bedeutsamen Gliede aus läßt sich demnach das Ganze überschauen, von jedem aus das gesamte System in besonderer Weise darstellen. Aber das Gelingen eines solchen Unternehmens ist erst dann historisch verbürgt, wenn zugleich nachgewiesen wird, daß nur von dem gewählten Ausgangspunkt aus die volle Entfaltung der Lehre möglich, daß, um in Kants Sprache zu reden, die Idee des Systems getroffen ist.

Damit kommt eine letzte, gerade bei LEIBNIZ nicht leicht zu überwindende Schwierigkeit zum Vorschein. Die gestaltende Idee eines philosophischen Systems muß zwar stets eine so einheitliche wie weittragende, aber sie braucht nicht eine so verhältnismäßig einfache zu sein, wie etwa bei HUME oder KANT, FICHTE oder SCHOPENHAUER. Sie kann im Verlauf der Entwicklung des Philosophen verschiedene Probleme in sich aufnehmen, ehe sie die Energie zur Systemgestaltung gewinnt. So ist es bei LEIBNIZ entsprechend der Weite seines geistigen Horizonts und der Fülle der Gesichte, die dieser Horizont bei ihm in sich faßt. Zudem sind die mannigfachen, verschiedenen Zeiten angehörigen und in ihren Zeitangaben schwankenden Selbstzeugnisse des Philosophen über seine Entwicklung in umdichtender Erinnerung verschieden gewendet. Sie bedürfen deshalb durchweg kritischer Nachprüfung, so weit möglich durch Analyse der sicher datierbaren Schriftstücke aus der Zeit von 1663—1695, eine Arbeit, die trotz dankenswerten Untersuchungen über den jungen LEIBNIZ noch in keinem Punkte als abgeschlossen gelten darf.

Mit dem so bedingten Vorbehalt möchte ich die Entwicklung der leitenden Idee bei LEIBNIZ folgendermaßen skizzieren. Sie entstammt dem Antrieb, ein beispiellos früh erwachtes, vorerst durch die deduktiven Gedankengänge der Spätscholastik formal kombinatorisch gerichtetes, aber zugleich aus allen Wissensgebieten der Zeit genährtes wissenschaftliches Denken mit einem ebenso ursprünglichen und zuversichtlichen religiösen Glauben zu vereinigen. Dieser Antrieb, dem Glauben alles zu geben, was er für die Erfassung des letzten Sinns der Wirklichkeit beanspruchen darf, ohne irgend etwas von den Forderungen des Wissens nachzulassen, wird das Grundmotiv für alle weitere Entwicklung der Idee. Gemäß der Problemlage der Zeit führt es LEIBNIZ zu der Aufgabe, die neuerstandene mechanische Naturauffassung in ihren atomistischen, materialistischen und geometrischen Wendungen mit den religiös zentrierten Platonisierenden und Aristotelisierenden Gedankengängen der absterbenden Scholastik zu versöhnen. Den Weg zur Lösung dieser Aufgabe läßt ihn sein mathematisch-physikalischer Tiefblick finden: die rein geometrische Bestimmung des Körpers durch die Cartesianer fordert ebenso wie die rein phoronomische Deutung ihres Bewegungszusammenhangs eine neue, dynamische Fundamentierung der Physik. Die Entdeckungen GALILEIS sowie die schon von HUYGHENS erkannte Unzulänglichkeit der Cartesianischen Bewegungsgesetze dienen zur Bestätigung der Konsequenzen, die sich zugunsten solcher dynamischen Grundlegung aus der neuen infinitesimalen Analyse der Geometrie und des mechanischen Geschehens ergeben. Zugleich bereitet sich, auf Grund eigenster philosophischer

Intuition, die letzte, im individualistisch gefaßten Substanzproblem früh angelegte Ergänzung vor: der Fortschritt über die dynamisch fundierte Naturauffassung hinaus, der durch hylozoistische Gedankengänge hindurch zur rein spiritualistischen Deutung jener dynamischen Grundlagen, d. i. zu der Annahme leitet, die ins unendliche organisierte phänomenale Welt der composés »resultiere«[1] aus einer aktual unendlichen Vielheit seelischer, in prästabilierter Harmonie miteinander verbundener Substanzen. Zu dem allen endlich kommt im Untergrund des Bewußtseins die früh erschaute, bis zum späten Alter hin leuchtende Vision eines allgemeinen Algorithmus des rationalen Denkens, die allerdings die begriffliche Ausgestaltung des Weltbildes nicht sowohl leitet, sondern vielmehr von dieser aus mannigfach gemodelt wird.

Abgeschlossen ist diese reiche Entwicklung der Idee zu der erst später sogenannten Monadenlehre um 1687. Es sind nur Folgebestimmungen, die das Nouveau Système des Jahres 1695 von den Darlegungen in den Briefen an Arnauld aus jenem Jahre trennen. Nur reicher entwickelte Folgebestimmungen sind es auch, die Leibniz neun Jahre darauf Locke gegenüber zur Psychologie und Erkenntnislehre, und wiederum sieben Jahre später mit breiter Altersgelehrsamkeit zum Theodiceeproblem ausführt.

Gleichwertig jedoch für die Ausgestaltung der Idee sind auch die Antriebe nicht, die zu dem Abschluß von 1687 vereinigt sind. Das Grundmotiv, die Versöhnung des neuen Wissens mit dem alten Glauben, bleibt allerdings zielbestimmend für das Ganze bis zuletzt. Dafür zeugt der Umstand, daß noch die exoterischen Arbeiten der letzten Lebensjahre des Philosophen, die Theodicée, die Principes und die ihnen hier zuzurechnende Monadologie, aus solcher Zielbestimmung heraus konzipiert sind. Sie ist nicht zufälligerweise, trotz dem verschiedenartigen Gelegenheitsursprung dieser Schriften, das ihnen inhaltlich Gemeinsame. Aber es fehlt jenem Grundmotiv die gestaltende Kraft für die Einzelzusammenhänge der Lehre. Beweisend dafür ist der Gegensatz dieser Zielbestimmung zu dem arg mißdeuteten Wort Kants, er habe das Wissen aufheben müssen, um zum Glauben Platz zu bekommen. Leibniz hätte eine solche Wendung des Gedankens jederzeit abgelehnt. Ihm lag vielmehr daran zu zeigen, daß lediglich das rechte Wissen von der Natur die Welt als das vollkommenste Produkt göttlicher Weisheit offenbar machen könne. Seine philosophische Arbeit galt zu keiner Zeit einer Umdeutung des überlieferten

[1] »*Prosultandi vocabulo utor ad ideam indicandam novam, dum ex quibusdam positis aliquid aliud determinatur eo ipso quod suae ad ipsa relationis unicum est*« (*Initia rerum mathematicarum metaphysica*, a. d. J. 1714, Leibniz Math. Schriften VII 21).

Glaubens. Er hat an den metaphysisch fundierten Glaubenslehren des Christentums selbst da nichts Wesentliches geändert, wo er die theologische Metaphysik in der Weise seiner Philosophie formuliert; er hat der christlichen Glaubensüberlieferung sogar an verschiedenen Punkten Zugeständnisse gemacht, die mit seiner esoterischen Lehre nicht in Einklang zu bringen sind. Was seine Philosophie an Neuem, Epochemachendem enthält, beruht in allem Wesentlichen auf seiner Umbildung der mechanischen Naturauffassung, die ihn gleichzeitig mit Spinoza, aber sicher unabhängig von diesem, zum Vertreter der später allgemein sogenannten Parallelismushypothese zwischen Seele und Körper gemacht hat. Er selbst hat seine Bestimmung dieses Verhältnisses gelegentlich so bezeichnet[1]. Durchaus mit Recht; denn es ändert an dem allgemeinen Sinn des Parallelismus nichts, daß er bei Leibniz nicht aus dem in jedem ihrer Attribute gleichmäßig erfaßbaren Wesen der einen unendlichen Substanz folgt, sondern dahin zu verstehen ist, daß das, was sich in den Phänomenen extensiv und mechanisch darstellt, in den ihnen zugrunde liegenden unendlich vielen seelischen Substanzen »*concentrate seu vitaliter*« enthalten ist, daß somit der kausale Zusammenhang in der Welt der Erscheinungen aus dem teleologischen Zusammenhang der Monadenwelt abgeleitet werden muß.

Für diese eigentliche Leistung der Leibnizischen Philosophie aber sind vor allen anderen zwei Momente der Idee entscheidend: vorerst die durch den physikalischen und metaphysischen Tiefblick ihres Urhebers bedingte dynamisch-spiritualistische Erfüllung des überlieferten Substanzbegriffs, die diesen für Leibniz zum »Schlüssel für die Philosophie« macht; sodann die Ausführungen über den Zusammenhang innerhalb jeder der beiden Welten und beider miteinander durch die ihm eigene Infinitesimalbetrachtung. Erst durch diese beiden Momente gewinnt das konziliatorische Grundmotiv seiner Philosophie die Energie zur Ausgestaltung der Idee.

---

[1] *J'ay monstré que veritablement il y a dans l'ame quelques materiaux de pensée ou objets de l'entendement, que les sens exterieurs ne fournissent point, savoir l'ame même et ses fonctions (nihil est in intellectu quod non fuerit in sensu, nisi ipse intellectus ...), mais je trouve pourtant, qu'il n'y a jamais pensée abstraite, qui ne soit accompagnée de quelques images ou traces materielles, et j'ai etabli un parellelisme parfait entre ce qui passe dans l'ame et entre ce qui arrive dans la matiere, ayant monstré, que l'ame avec ses fonctions est quelque chose de distinct de la matiere, mais que cependant elle est tousjours accompagnée des organes de la matiere, et qu'aussi les fonctions de l'ame sont tousjours accompagnées des fonctions des organes, qui leur doivent repondre, et que cela est reciproque et le sera tousjours. (Considerations sur la doctrine d'un Esprit Universel Unique. 1702,* Leibniz Philos. Schriften VI 532 f.)

Das Germanenepigramm des Krinagoras.

Von Eduard Norden.

(Vorgetragen am 8. November 1917 [s. oben S. 577].)

Das in der Anth. Pal. IX, 291 überlieferte Epigramm des Krinagoras (33 Rubensohn) lautet:

Οὐδ' ἢν Ὠκεανὸς πᾶσαν πλήμμυραν ἐγείρῃ.
οὐδ' ἢν Γερμανίη Ῥῆνον ἅπαντα πίῃ,
Ῥώμης δ' οὐδ' ὅσσον βλάψει σθένος, ἄχρι κε μίμνῃ
δεξιὰ σημαίνειν Καίσαρι θαρσαλέῃ.
οὕτως καὶ διεραῖς[1] Ζηνὸς δρύες ἔμπεδα ῥίζαις
ἑστᾶσιν, φύλλων δ' αὖα χέουσ' ἄνεμοι.

Mommsen hat es einst so übersetzt[2]:

'Nicht wenn brausend heran das Meer wälzt all seine Wogen.
Nicht wenn Germanien schickt her uns den völligen Rhein.
Beugt sich Romas Kraft, so lang an dem rechten Regierer
Caesar muthig sie hält, treu in bewährtem Vertraun.
Also ruh'n Zeus' Eichen auf festen lebendigen Wurzeln,
Wenn die Winde davon führen das welkende Laub.'

Auf die vielbehandelte Frage nach der Abfassungszeit des Gedichts möchte ich nur kurz eingehen. Als im Jahre 1888 unsere Kenntnis von den Lebensumständen des Krinagoras durch Inschriftenfunde erhebliche Bereicherung erfuhr, bezeichnete Mommsen seine frühere Annahme, das Epigramm beziehe sich auf die Varusschlacht, als bedenklich[3], von anderen Gründen abgesehen auch deshalb mit Recht, weil wir dann annehmen müßten, daß der nach Cichorius' und Mommsens eigenen Berechnungen bald nach dem Jahre 70 v. Chr. geborene Dichter dieses Epigramm fast als Achtzigjähriger und zu einer Zeit gedichtet haben müßte, aus der wir über irgendwelche Beziehungen von ihm

[1] Überliefert ist οὕτως καὶ ἱεραί, verbessert von Wilamowitz (Ι 43 διερῷ ποδί) bei Mommsen in der gleich zu nennenden Schrift.

[2] Die Örtlichkeit der Varusschlacht (1885) 64 = Ges. Schr. IV, 246.

[3] In diesen Sitzungsber. 1889, 981.

zu Rom nichts mehr wissen. Noch unglücklicher war eine neuerdings sich wieder großer Beliebtheit erfreuende Hypothese, wonach der erste Vers eine Anspielung enthalte sei es auf die Sturmflut der Herbstäquinoktien des Jahres 15, durch die zwei Legionen des Germanicus unter Führung des P. Vitellius am Nordseestrande überrascht wurden (Tacitus ann. I, 70), sei es auf den Sturm, der im Hochsommer des Jahres 16 die Flotte unter dem Oberkommando des Germanicus selbst zerstreute (Pedo bei Seneca suas. 1, 15 als Augenzeuge, Tacitus II, 23 f.). Bei dieser Annahme müßte der Dichter gar in der Mitte seiner achtziger Jahre gestanden haben. Die richtige Beziehung des ersten Verses liegt, wie mir scheint, nahe. Germanien wird in althergebrachter Weise durch Ozean und Rhein bezeichnet, beide werden seit caesarischer Zeit so oft zusammen genannt[1], daß man sieht, wie der Begriff des einen den des anderen fast mit Notwendigkeit auslöste. Nun hatte dem römischen Reiche der Ozean einmal Gefahr gebracht: die Invasion der Kimbern wurde von einer gewaltigen Sturmflut des Ozeans hergeleitet. So erzählte es Livius, so diskutierte es Strabo, so erwähnte es Verrius Flaccus[2]. Nicht einmal wenn der g a n z e Ozean überflutete, würde dadurch jetzt, sagt der Dichter, der Bestand des Imperiums gefährdet werden. Augustus selbst hat in dem Bericht über seine Taten mit Genugtuung erwähnt, daß seine Flotte von der Mündung des Rheins durch den Ozean an die Küste der kimbrischen Halbinsel fuhr (im Jahre 5 n. Chr.), und

[1] Eine Auswahl der zahllosen Stellen bei A. Holder, Altcelt. Sprachschatz s. v. 'Rhenus'. Die Zitate beginnen — wenn man absieht von den interpolierten Caesarstellen, die ich freilich für zeitgenössisch halte (I, 1, 5. IV, 10, 1) — mit Catull 11, 11, Cicero pr. Marc. 28 und Sallust Hist. I, 11 Maur., sie reichen herab bis Prokopios und Isidorus. Auch auf Weihinschriften *Oceano et Rheno* werden beide öfters zusammen genannt: H. Lehner, Führer durch die antike Abteilung des Provinzialmuseums zu Bonn (1915) 174.

[2] Livius nach Florus I, 37 *Cimbri Teutoni atque Tigurini ab extremis Galliae profugi cum terras eorum inundasset oceanus, novas sedes toto orbe quaerentes* usw. Verrius Flaccus nach Paulus F. 17 *Ambrones fuerunt gens quaedam Gallica, qui subita inundatione maris cum amisissent sedes suas rapinis et praedationibus se suosque alere coeperunt. eos et Cimbros Teutonosque C. Marius delevit.* Poseidonios bei Strabo VII, 292 f. polemisiert mit unzulänglichen Gründen (Joh. Fr. Marcks, Bonner Jahrb. 95, 1894, 35 ff.) gegen diese ihm schon bekannte Annahme einer μεγάλη πλημμυρίς, eine Annahme, die dann wohl nur von Artemidoros herrühren kann, dem ersten, der die Ethnologie der Kimbern behandelte und gegen den Poseidonios auch sonst polemisierte. — Das Gegenteil einer πλημμυρίς des Ozeans ist seine ἄμπωτις. Eine ungewöhnliche Ebbe hat auch einmal in Roms Schicksal eingegriffen. In der überaus reichhaltigen, für die Weltmachtstellung des kaiserlichen Roms so charakteristischen Rede, die Josephus bald nach dem Jahre 66 den Iulius Agrippa (II) in Jerusalem halten läßt, heißt es (Bellum II, 16. 4 § 374 f.): den Spaniern habe gegen Roms Weltmacht nichts genützt οὐδὲ γείτων Ὠκεανὸς φοβερὰν καὶ τοῖς ἐπιχωρίοις ἄμπωτιν ἐπάγων, ἀλλ' ὑπὲρ τὰς Ἡρακλείους στήλας ἐκτείναντες τὰ ὅπλα κτλ. Dies bezieht sich wohl auf die Ebbe, die dem Scipio die Einnahme von Neu-Karthago im Jahre 210 ermöglichte (Livius XXVI, 45. 8 f.).

daß die Kimbern eine Gesandtschaft an ihn schickten (mon. Anc. 5, 14). Wie der Kaiser hier den Ozean und den Rhein nebeneinander nennt, so wendet sich der Dichter von dem Norden Germaniens dem Westen, der Rheingrenze, zu. Halten wir uns nun innerhalb des Zeitbezirks der sicher datierten römischen Epigramme des Dichters[1], so bietet sich uns, wie mir scheint, nur ein Ereignis dar, welches als unmittelbare Voraussetzung des Gedichtes gelten kann und zugleich die Möglichkeit gibt, den Gedanken des ersten Distichons — eine germanische Gefahr — mit dem des zweiten — unerschütterliches Vertrauen auf den Caesar — zu verknüpfen: die Niederlage, die der Statthalter des östlichen Galliens, M. Lollius, im Jahre 16 v. Chr. durch die Sugambrer erlitt, die über den Rhein in Gallien eingedrungen waren[2]. Ich möchte Mommsens eigene Worte anführen, die er über diesen Mißerfolg der römischen Waffen und seine Wirkung auf die kaiserliche Politik geschrieben hat (Röm. Gesch. V, 24): 'Wenn auch an sich nicht von Gewicht, war er doch der germanischen Bewegung gegenüber nichts weniger als unbedenklich; Augustus selbst ging nach der angegriffenen Provinz, und es mag dieser Vorgang wohl die nächste Veranlassung gewesen sein zur Aufnahme jener großen Offensive, die, mit dem rätischen Krieg 739 (15 v. Chr.) beginnend, weiter zu den Feldzügen des Tiberius in Illyricum und des Drusus in Germanien führte.' Meine Vermutung nun, daß Krinagoras in der Tat an diese clades Lolliana dachte[3], wird, wie mir scheint, durch bekannte Verse eines zeitgenössischen Dichters bestätigt. Als Krinagoras auf seiner zweiten Gesandtschaftsreise im Jahre 26/5 nach Rom kam, von da dem Augustus nach Tarraco nachreiste und darauf wieder nach Rom zurückkehrte, wo er dann fast zwei Jahrzehnte als Hausgenosse der Octavia verweilte, war Horaz mitten an der Arbeit der drei ersten Odenbücher. Die Beziehungen beider zum Hofe und zu vornehmen Männern[4] — Krinagoras hat sich, als er den Princeps in Rom nicht antraf, wohl bei Maecenas als seinem Stellvertreter (vgl. Horaz III, 29, 25 f.) melden

---

[1] Sie reichen von 25, der Rückkehr der Gesandten aus Tarraco, wohin sie dem Augustus nachgereist waren, nach Rom bis zum Jahre 7 v. Chr.: Cichorius, Rom und Mytilene (Leipzig 1888) 58 ff.

[2] Dio LIV, 20 Ϲύγαμβροι καὶ Οὐϲιπέται τε καὶ Τέγκτηροι .... τὸν Ῥῆνον διαβάντεϲ τήν τε Γερμανίαν καὶ τὴν Γαλατίαν ἐλεηλάτηϲαν usw.

[3] Gerade um diese Zeit war die poetische Tätigkeit des Krinagoras rege, wie die Liste der mit Sicherheit oder Wahrscheinlichkeit datierten Gedichte bei Cichorius a. a. O. 61 zeigt. Es mag auch erwähnt sein, daß, wie dieses Gedicht nach meiner Vermutung die Reise des Augustus nach Gallien zur Voraussetzung hat, ein anderes sich auf dessen Reise in den Orient (22—19) bezieht. Daß Reisen des Kaisers die dichterische Produktion anregten, wissen wir ja auch aus Horaz.

[4] Den 'Gesinnungsgenossen des Horaz' nannte schon Mommsen a. a. O. (o. S. 668, 2) den Krinagoras.

müssen; Sallustius Crispus, der Neffe des Historikers, war wie mit Horaz (II, 2) so mit Krinagoras befreundet (Epigr. 48) — legen die Annahme nahe, daß die beiden Dichter wenigstens voneinander gehört haben. Die Aufführung des Säkularliedes, die Wiederaufnahme der Odendichtung des Horaz hat Krinagoras noch in Rom erlebt. Nun heißt es in der schönen, gebetartig komponierten Ode IV, 15, die Horaz an den Kaiser richtete, als sich seine Rückkehr aus Gallien immer länger verzögerte, Vers 25f.:

quis Parthum paveat, quis gelidum Scythen,
quis Germania quos horrida parturit
fetus, incolumi Caesare?[1]

Das bezieht sich auf die gleich nach dem Erscheinen des Augustus am Rhein erfolgte Kapitulation der Sugambrer, die in der etwas früher verfaßten Ode IV, 2, 36, wieder mit Erwähnung des Caesar, ausdrücklich genannt sind. Das unerschütterliche Vertrauen des Volkes auf seinen Kaiser[2], auch in Zeiten der Gefahr, ist der den Versen beider Dichter gemeinsame Gedanke.

Diese Beobachtung führt uns auf Weiteres. Horaz hat schon in den drei ersten Odenbüchern, dort aber noch ohne Beziehung auf die Germanen, die damals, durch Agrippas Maßnahmen gebändigt, in erzwungener Ruhe verharrten, solche Töne angeschlagen. 'Welchen Gott soll das Volk anrufen bei dem drohenden Untergange des Reiches? . . . Dich, Caesar. Laß die Meder nicht ungestraft ihre Rosse tummeln, da du unser Führer bist' (I, 2). 'Caesar kommt, o Volk, als Sieger aus Spanien zurück. Das ist ein wahrer Festtag: solange Caesar die Welt regiert, fürchte ich keinen Aufruhr oder Gewalttat' (III, 14). Horaz hat, wie Reitzenstein zeigte[3], oft genug Epigramme lyrisch umstilisiert. In vorliegendem Falle ist die lyrische Gedankenführung aber die ältere. In diesen Gedichten des Horaz, in denen Augustus als *praesens divus*, als *tutela praesens Italiae dominaeque Romae* angerufen wird, wirkt der alte Typus der Epiklese an Götter nach, an die der Chor eine Fürbitte für die Stadt richtete. In den Chorliedern der Tragiker klingt dieses Motiv öfters an, nirgends deutlicher als im zweiten Stasimon des Oidipus auf Kolonos 1085ff.: 'Zeus, Allherrscher, Allseher, gib den Bewohnern dieses Landes Kraft zum Siege, und du, Pallas Athene,

[1] Diese Verse sind schon von A. Hillscher, Jahrb. f. Phil. Suppl. XVIII (1891), 425, 1 angeführt worden; aber er hat keinen Schluß aus der Kongruenz gezogen.

[2] Die Ausdrucksweise der Verse 3f. des Krinagoras ist kühn, aber unantastbar: οἱ Ῥωμαῖοι θαρροῦσι πιστεύοντες, Καίσαρα δεξιὰ σημαίνειν. Der Infinitiv gibt den Inhalt des θαρρεῖν an, wobei der Dativ Καίσαρι das persönliche Moment, das das Volk an seinen Kaiser bindet, feiner zum Ausdruck bringt, als es der Akkusativ in Prosa vermag.

[3] Neue Jahrb. XXI (1908), 81 ff.

Auch Apollon und seine Schwester bitte ich, diesem Lande und seinen Bürgern ihren Beistand zu leihen.' Nur durch den ὄγκος der tragischen Rede, der in dieser Paraphrase beiseite gelassen worden ist, unterscheidet sich diese Strophe von dem schlichten Skolion 'Pallas Tritogeneia, Herrin Athena, erhalte aufrecht diese Stadt und ihre Bürger, fern von Schmerzen und Zwistigkeiten', und selbst Pindar hat hierbei einmal einfache Töne gefunden: 'Liebe Mutter Aigina, in freier Fahrt führe diese Stadt mit Zeus, dem Fürsten Aiakos, Peleus, Telamon dem Guten und mit Achilleus' (Pyth. 8, Schluß). Hymnen dieser Art[1] müssen wir uns bei gottesdienstlichen Feiern allenthalben gesungen denken, so wenig uns von dieser ungeschriebenen Literatur auch erhalten sein mag. Aber dies zu verfolgen, liegt nicht auf unserem Wege[2]; dagegen führt uns folgende Betrachtung zu dem Epigramm des Krinagoras zurück. Wenn Gebete dieser Art in Erfüllung gingen, so entwickelte sich daraus der Ausdruck der Zuversicht. 'Unsere Stadt wird nach göttlicher Schicksalsbestimmung niemals untergehen, hält doch Pallas Athene als gewaltige Schirmherrin ihre Hände über sie', so beginnt Solon seine Elegie[3], in der er dann ausführt, daß Schmerzen und Zwist der Stadt drohen (Vers 8, 19)[4]. Das Epigramm ist, wie so häufig, eine Verkürzung der Elegie. Augustus tritt ohne weiteres an die Stelle der alten Landesgottheiten. Krinagoras hat die Worte δεξιὰ σημαίνειν dem Zeushymnus des Aratos entnommen (5 f. ὁ δ' ἤπιος ἀνθρώποισι δεξιὰ σημαίνει)[5]. Die Römer werden *ductu et auspiciis Augusti* herausgehört haben, oder, um es wieder horazisch auszudrücken: 'O größter Fürst auf dem Erdenrunde: die beiden Neronen haben die Vindeliker und Räter niedergeworfen, da du ihnen deine Soldaten, deinen Rat und deine Götter gewährtest' (IV, 15).

---

[1] R. Wünsch, der sein kostbares Leben für unser Vaterland dahingab, hat in seiner letzten Arbeit, dem Artikel 'Hymnus' der R. E., gerade diese Art kaum berührt.

[2] Nur sei bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß die Fürbitten der christlichen Liturgien für Gesundheit und Sieg des regierenden Kaisers (vgl. z. B. die alexandrinische Liturgie bei C. A. Swainson, The greek liturgies, London 1884, S. 6) aus den entsprechenden Vota der alten Religion erwachsen sind, wofür die Acta fratrum Arvalium aus der Zeit des Claudius und Traianus (S. 122 f. Henzen), ja schon das schöne Gebet, mit dem Vergil das erste Buch der Georgica schließt, vollgültige Beispiele bieten.

[3] Die Häufung der Anaklesen μεγάθυμος ἐπίσκοπος ὀβριμοπάτρη Παλλὰς Ἀθηναίη entspricht dem Hymnenstil.

[4] Zu vergleichen ist das Gebet an Apollon um Schutz der Stadt in den Theognidea 773 ff.

[5] Eine schöne Analogie ist folgende: Germanicus beginnt das im Jahre 18 auf griechischem Boden verfaßte (v. Wilamowitz in diesen Sitzungsber. 1911, 814, 2) Proömium seiner Aratea, indem er das arateische Proömium auf Tiberius überträgt: *ab Iove principium magno deduxit Aratus carminis, at nobis, genitor, tu maximus auctor, te veneror, tibi sacra fero* usw. Er schließt: *numenque secundes*.

Dieser Typus hat in der Literatur der römischen Kaiserzeit eine lange Geschichte gehabt. Einen Blick auf sie zu werfen wird sich uns dienlich erweisen für das Verständnis des zweiten Verses unseres Epigramms: ihn zu erklären ist der eigentliche Anlaß zu diesen Bemerkungen gewesen. Er ist mit Konjekturen überschüttet worden; unter diesen erfreut sich die PEERLKAMPsche Ῥῆνον ἅπαντ' ἐφίῃ, die auch MOMMSEN in seiner Übersetzung befolgte, bis in jüngste Zeit[1] eines unverdienten Ansehens. Sie ist, wie alle übrigen vorgeschlagenen Änderungen, schon deshalb abzulehnen, weil, wie schon von anderen bemerkt worden ist, dieser Dichter die Vorstellung vom 'Trinken des Rheins' auch in einem anderen Gedichte zum Ausdruck gebracht hat: A. P. XVI, 61, 5f. (49 RUBENSOHN) Ἀράξης | καὶ Ῥῆνος δούλοις ἔθνεσι πινόμενος, vgl. IX, 430, 1 f. (36 RUB.) ἐγγὺς Ἀράξεω | ὕδωρ πιλοφόροις πίνεται Ἀρμενίοις. Bei römischen Dichtern wurde es fast zum Gemeinplatz, den Wohnsitz von Barbarenvölkern so zu bezeichnen, daß man sagte, 'sie trinken die Ströme ihres Landes'[2]. Ja es werden in diesem Sinne sogar Germanien und der Rhein genannt. Vergil läßt (buc. 1, 62) einen seiner Hirten die Unmöglichkeit, je die Wohltaten des Caesar zu vergessen, durch eine Reihe von ἀδύνατα bekräftigen, darunter: *aut Ararim Parthus bibet aut Germania Tigrim.* Um die Grenzen des Imperiums möglichst weit zu befassen, hat der Dichter an die Stelle des Euphrats und Rheins, deren Nennung man erwartet hätte[3], Tigris und Saône treten lassen, letztere, wie es scheint, auf Grund seiner Kenntnis von militärischen Vorgängen, die sich damals in jener Gegend Galliens vorbereiteten[4]. Wenn wir seinen Vers aus dem Paradoxen ins Natürliche

---

[1] Sie ist von E. SADÉE in seiner soeben erschienenen, übrigens sehr lesenswerten Rede zum Winckelmannstage 1916 'Rom und Deutschland vor 1900 Jahren' (Bonner Jahrb. Heft 124, S. 15, 5) wieder verteidigt worden.

[2] Horaz II, 20, 20 *Rhodanique potor* IV, 15, 21 *qui profundum Danuvium bibunt*; die Belege aus Vergil und Seneca s. gleich im Text und folgender Anmerkung. Viele andre Beispiele aus späteren Dichtern (aber nicht dem weiterhin verwerteten Sidonius) im Thes. l. l. II, 1964 s. *bibo.* Die Primärquelle für griechische und römische Dichter wird B, 824f. (im Troerkataloge) gewesen sein: οἳ δὲ Ζέλειαν ἔναιον ὑπαὶ πόδα νείατον Ἴδης, ἀφνειοί, πίνοντες ὕδωρ μέλαν Αἰσήποιο. Herodot VII, 21. 187 berichtet, um die Größe des Heeres des Xerxes phantastisch zu bezeichnen, die Flüsse hätten nicht gereicht, seinen Durst zu stillen, πλὴν τῶν μεγάλων ποταμῶν. Dem Hellenen galt das Trinken von Wasser ἀπὸ ποταμῶν μεγάλων, ἐς οὓς ποταμοὶ ἕτεροι ἐμβάλλουσι als gesundheitsschädlich: Hippokr. de aere 9.

[3] Vgl. georg. I, 509 *hinc movet Euphrates, illinc Germania bellum.* Aen. VIII, 726 *Euphrates ... Rhenusque bicornis.*

[4] Diese Ansicht, die schon J. Chr. Jahn (1825) andeutete, habe ich mir auf Grund der Lektüre der lehrreichen Abhandlung von E. RITTERLING, Zur Gesch. des röm. Heeres in Gallien, Bonner Jahrb. 114/115 (1906), 161 ff. (in dem Abschnitt: Die militärischen Verhältnisse bis zur Niederlage des Lollius) gebildet. Die Ekloge ist frühestens im Jahre 41 gedichtet. Damals begannen die Ereignisse an der Rhone, speziell an ihrem Zusammenfluß mit der Saône bei Lugdunum, die Aufmerksamkeit auf sich

zurückbilden, so ist klar, daß die Verbindung *Germania Rhenum bibit* eine für seine Leser verständliche Vorstellung gewesen sein muß. Seine Ausdrucksweise berührt sich mit derjenigen des Krinagoras also auch darin, daß er — mit einem bei Dichtern ganz geläufigen Tropus — das Land für dessen Bewohner nennt. Seneca hat diese Verse in einem Chorliede der Medea nachgebildet, indem er, dem inzwischen beträchtlich erweiterten Begriff der Oikumene und des Völkerverkehrs Rechnung tragend, das vergilische ἀδύνατον als Realität bezeichnet (371 ff.): der Erdkreis wird von einem Ende zum andern durchwandert, *Indús gelidum potat Araxen, Albin Persae Rhenumque bibunt*, worauf er eine interessante Perspektive der Entdeckungsgeschichte eröffnet[1]. Er ersetzt hier also den Arar durch den Rhenus (neben dem er nun auch schon die Elbe nennen kann). Beide Ströme nebeneinander nennt in einer Paraphrase der vergilischen Verse Nemesianus im Proömium seiner im Jahre 284 gedichteten Cynegetica 67 f.: später wolle er besingen die von den kaiserlichen Brüdern Numerianus und Carinus unterworfenen Nationen *quae Rhenum Tigrimque bibunt Ararisque remotum principium*[2].

Hieraus ergibt sich, daß jeder Versuch, die Überlieferung anzutasten, abgelehnt werden muß. Aber mit dem Verständnisse des Einzelverses ist noch nicht dasjenige des Zusammenhanges erschlossen, in

zu ziehen. Appian b. c. V, 66 nennt zum Jahre 40 den Salvidienus, der das dem Antonius nach dem Tode des Fufius Calenus abgenommene Heer von 11 Legionen für Caesar befehligte, τὸν ἡγούμενον τῷ Καίσαρι τοῦ περὶ Ῥοδανὸν στρατοῦ. Dann hat Agrippa während seiner ersten Statthalterschaft in Gallien (39/38) Lugdunum als Ausgangspunkt einer über Chalon, Metz, Trier an den Rhein führenden Straße (Strabo IV, 208) gewählt, die bestimmt war, die Rheingrenze zu sichern. Ist es nicht begreiflich, daß diese Vorgänge in Gallia comata, die die augusteische Neuorganisation vorbereiteten, das Interesse eines Dichters in Gallia togata erregten? Später sind von Tibull in der zur Feier des gallischen Triumphes des Messala (im Jahre 27) gedichteten Elegie I, 7 *Arar Rhodanusque* als Zeugen seiner Taten genannt (Vers 11), worin Ritterling einen Hinweis darauf zu erblicken glaubt, daß noch damals die Hauptmacht des Heeres an der mittleren Rhone stand.

[1] Das Lied schließt in Fortsetzung der im Text zitierten Verse so: *venient annis saecula seris, quibus Oceanus vincula rerum laxet et ingens pateat tellus Tethysque novos detegat orbes nec sit terris ultima Thule.* Hier hört man den stoischen Gelehrten (vgl. nat. qu. I, pr. 13). Die Stoa hatte das Glück gehabt, Eratosthenes zu den ihrigen zählen zu dürfen, an den Poseidonios anknüpfte. Vgl. A. Elter, Kolumbus und die Geographie der Griechen, Bonner Festrede 1902.

[2] Die Quelle des Arar verlegen Strabo IV, 186 (vgl. 192) und Ptol. II, 10, 3 irrtümlich in die Alpen, indem sie sie mit derjenigen der Rhone verwechseln. Später — wohl erst im Verlauf des 3. Jahrhunderts während der unaufhörlichen Kämpfe mit den Alamannen — wurde das berichtigt: daraufhin Vibius Sequester (Geogr. lat. min., S. 145): *Arar Germaniae e Vosego monte miscetur Rhodano.*

dem er erscheint, vor allem auch noch nicht der Begriff der 'Ganzheit' des Stromes. Um dieses zu erklären, müssen wir uns einem späten Zeugen zuwenden. Wir wollen uns dabei wieder Mommsen zum Führer nehmen.

Seine Erzählung der Ereignisse der Jahre 61–59, als germanische Stämme das Gebiet der Helvetier bedrohten und Ariovist sich im oberen Elsaß festsetzte, als auch das untere gefährdet war und suebische Haufen sich zwischen Mainz und Köln sammelten und am Niederrhein die Usipeter und Tencterer in Bewegung gerieten, schließt er mit folgenden Worten (Röm. Gesch. III 249): 'Von den Rheinquellen bis zum atlantischen Ozean waren die deutschen Stämme in Bewegung, die ganze Rheinlinie von ihnen bedroht; es war ein Moment, wie da die Alamannen und Franken sich über das sinkende Reich der Caesaren warfen und jetzt gleich schien gegen die Kelten eben das ins Werk gesetzt werden zu sollen, was ein halbes Jahrtausend später gegen die Römer gelang.' Bei diesen Worten dachte er unzweifelhaft an berühmte Verse des Sidonius, dem er Jahrzehnte später eine meisterhafte Charakteristik gewidmet hat.

Das Jahr 455 war für Gallien eins der schicksalsschwersten seiner Geschichte. Die Ermordung des Aetius (21. September 454), der durch seine Kraft und Politik die rechtsrheinischen Germanenvölker in Furcht gehalten hatte, war für diese das Signal zu einer gewaltigen Invasion auf das linke Stromufer geworden. Insbesondere gelang es den Alamannen, die freilich schon im Jahre 408 hierher vorgedrungen waren, sich aber noch nicht hatten behaupten können, jetzt das Elsaß von Straßburg bis Worms und die angrenzenden Teile der Schweiz dauernd zu besetzen[1]. Petronius Maximus, auf dessen Anstiften der Kaiser Valentinianus III., der Mörder des Aetius, seinerseits ermordet worden war (16. März 455), bestieg den Kaiserthron und ernannte den vornehmen Arverner Avitus zum Magister utriusque militiae, dem es in drei Monaten gelang, die Feinde teils zu besiegen, teils mit ihnen zu paktieren. Avitus, der dann am 9. Juli desselben Jahres zum Kaiser ausgerufen wurde, war der Schwiegervater des Sidonius Apollinaris, der zum 1. Januar 456 ein langes Festgedicht (Nr. 7) verfaßte. Eine Versreihe desselben ist geschichtlich hochbedeutsam. Er preist die Verdienste, die Avitus als Reichsfeldmarschall des Petronius Maximus sich um das Vaterland erworben habe (372 ff.):

[1] Diese Verhältnisse finde ich am besten dargelegt von W. Oechsli, Zur Niederlassung der Burgunder und Alamannen in der Schweiz, Jahrb. f. Schweizerische Gesch. XXXIII (1908), 225 ff.

Francus Germanum primum Belgamque secundum[1]
sternebat Rhenumque, ferox Alamanne, bibebas
Romani[2] *ripis et utroque superbus in agro*
vel civis vel victor[3] *eras. sed perdita cernens*
terrarum spatia princeps iam Maximus, unum
quod fuit in rebus, peditumque equitumque magistrum
te sibi Avite legit.

Kaum hatte Avitus sein Amt angetreten, als die Alamannen eine entschuldigende Gesandtschaft abschickten und die übrigen Völkerschaften sich zur Ruhe bequemten (388 ff.):

ut primum ingesti pondus suscepit honoris,
legas qui veniam poscant, Alamanne, furori:
Saxonis incursus cessat, Chattumque palustri
alligat Albis aqua; vixque hoc ter menstrua totum
luna videt.

Die Situation, die den gallischen Lobredner der ephemeren Usurpatoren — auch die Regierung des Avitus dauerte nur bis zum 17. Oktober des Jahres 456 — seine schönfärberischen, aber für die Zeit gar nicht üblen Worte finden ließ, ist, wie man sieht, nach Verlauf fast eines halben Jahrtausends in ihrer Grundvoraussetzung noch dieselbe wie diejenige, die dem lateinischen und dem griechischen Hofdichter des Augustus ihre feinstilisierten Huldigungen eingaben. Dem Reiche droht eine Gefahr von seiten Germaniens, aber der Kaiser braucht bloß auf dem Plane zu erscheinen, und sie ist beseitigt. Daß es gerade auch die Franken waren, die die immer noch nicht völlig erlahmte

[1] Die zur *dioecesis Galliarum* gehörenden Provinzen *Germania prima* (Stadtgebiete von Mainz, Worms, Speier und Straßburg mit der Hauptstadt Mainz) und *Belgica secunda* (Hauptstadt Reims). Zur Ausdrucksweise vgl. Dessau 2786 *civis secundus Retus* (*Raetia secunda*: die vindelizische Hochebene zwischen Alpen und Donau).

[2] So die Überlieferung, die nicht in *Romanis* geändert werden darf: der *Romanus* steht im Gegensatz zum *Alamannus*; auch haben gerade die späteren Schriftsteller (auch Prosaiker wie Ammianus) die Schulregel, den gleichen Kasusauslaut zweier aufeinanderfolgender Wörter zu meiden, genauer befolgt als die früheren, die sich nicht eben ängstlich daran kehrten (Vergil erhält in naseweisen Scholien deswegen oft einen Tadel). — Für den Gedanken vgl. die hübschen Hendekasyllaben des Martial X, 7 an den Gott des Rheinstroms: das Gebet (*et*) *Romanus eas utraque ripa* war nicht in Erfüllung gegangen.

[3] *civis* in den Agri decumates, *victor* auf dem linken Ufer des Oberrheins. Für den letzteren Ausdruck ist zu bemerken, daß *victor* die technische Bezeichnung für diejenige Völkerschaft war, die fremdes Gebiet besetzte: Siculus Flaccus de condicionibus agrorum in den Agrimensores S. 102, 1 Thulin *occupatorii dicuntur agri quibus agris victor populus occupando nomen dedit*; ebendort S. 100, 7 u. ö. Schon Caesar braucht das Wort öfters so von den Germanen, die Teile Galliens okkupierten: I, 40. 6. 44, 2. VI, 37, 7. Vgl. Tacitus Germ. 2 und dazu Müllenhoff, D. A. IV, 130.

Kraft des Imperiums zu fühlen bekamen, trifft sich für die oben entwickelte Ansicht gut, nach der sich das Krinagorasepigramm auf die durch das Erscheinen des Augustus in Gallien erfolgte Kapitulation der Sugambrer bezieht: denn die Sugambrer waren einer der germanischen Stämme, die in das Frankenreich aufgingen, und die Gleichung der Franken, die man mehr als man wünschte aus dem Leben kannte, und der Sugambren, die man nur mehr aus der Literatur kannte, war gerade dem Sidonius und dieser Spätzeit überhaupt ganz geläufig[1].

Die clades Lolliana bildete, wie wir oben mit Mommsens Worten hörten, einen Wendepunkt in der Stellungnahme des Imperiums zu der Germanenfrage. Bis zu ihr verhielt es sich in der Defensive, darauf erfolgte die Verlegung der Operationsbasis von der Rhone und Saône an den Rhein und die Vorbereitung einer Offensive. Fast gleichzeitig wurden die beiden Hauptwaffenplätze Castra Vetera und Mogontiacum, ersteres unter den Augen des Augustus selbst, angelegt; in eben jenen Jahren (16—13) wurde, um den Oberlauf des Stromes zu sichern, das Legionslager von Vindonissa geschaffen, von wo aus die Truppen bei etwaiger Gefahr leicht an den Rhein verschoben werden konnten. So war in der Tat der Fluß in seinem ganzen Laufe durch einen lebendigen Schutzwall gedeckt, der so undurchdringlich schien, daß der Dichter mit Recht sagen konnte, auch wenn Germanien die ganze Rheinlinie erreicht hätte, drohe dem Reiche keine Gefahr. Aber er konnte die Zukunft nicht vorausahnen, die uns die Worte des Sidonius vor Augen stellen. Er bezeichnet den Rhein in seiner ganzen Ausdehnung nach den ihm anwohnenden Völkerschaften. Die Franken vom Niederrhein drangen in das mittlere Stromgebiet, *Germania prima*, ein, von wo sich ihre Plünderungszüge in die *Belgica secunda* erstreckten: auf den Oberrhein deutet er durch die Nennung der Alamannen hin. Was Krinagoras einst mit Worten ausgedrückt hatte, die fast wie ein ἀδύνατον klangen, 'auch nicht, wenn Germanien den ganzen Rhein getrunken haben wird'[2], das war nun in die Erscheinung getreten: die Rheinlinie war in ihrer Gesamtheit, fast von der Quelle

[1] Sidonius selbst carm. 23, 245 *Fráncorum et penitissimas paludes intrares venerantibus Sygambris*, epist. IV, 1, 4 *ad paludicolas Sygambros* (vgl. Hist. Aug. vita Probi 12, 3 *Franci inviis strati paludibus*). Lydus de mag. III, 56 (S. 145 Wünsch) Συγάμβροις ..., Φράγγους αὐτοὺς ... καλοῦσιν ἐπὶ τοῦ παρόντος οἱ περὶ Ῥῆνον καὶ Ῥοδανόν.

[2] Ich stimme in der Auffassung dieser Worte mit H. Stadtmüller überein, der in einer Anmerkung seiner Ausgabe der Anthologie zu diesem Verse bemerkt: »Ῥῆνον ἅπαντα πίνειν dicit poeta eos qui non hanc illam partem ripae Rhenanae occupant, sed totum amnem, quanto ambitu eius cursus conficitur, nullo spatio intermisso accolunt.« Ich glaube diese Übereinstimmung um so mehr hervorheben zu müssen, als ich im übrigen den Deutungsversuchungen dieses Gedichtes durch St. nicht zustimme.

bis zur Mündung des Stroms, gefährdet, ja, die Alamannen 'tranken den Rhein' sogar schon auf beiden Ufern.

Das ausgehende dritte Jahrhundert bildet ein Bindeglied zwischen dem Ende des letzten vorchristlichen und der Mitte des fünften. Die Sorge vor der Germanengefahr war damals die gleiche. Der Panegyriker des Kaisers Maximianus findet dafür in seiner zu Trier im Jahre 289 gehaltenen Rede 10 (2), 7 eigentümlichen Ausdruck: 'Wann hat nicht zu unserer größten Furcht die lange Dauer heiteren Wetters den Wasserstand des Rheins vermindert? wann ist nicht zu unserer Sicherheit seine Wasserfülle gewachsen? . . . Aber du, unbesiegter Herrscher, hast jene wilden Völker durch Verwüstung, Schlachten, Mord und Brand gebändigt . . . . Von nun ab sind wir sorgenfrei. Mag der Rhein austrocknen und mit dünnem Rinnsal kaum glatte Steinchen auf seinem sichtbaren Grunde ins Rollen bringen, daraus erwächst uns keine Furcht mehr: das ganze jenseitige Ufer, soweit ich schaue, ist römisch'[1]. Es ist einmal die Vermutung ausgesprochen worden, Krinagoras habe mit seinen Worten auf die Möglichkeit einer Trockenlegung des Rheinstrombetts und die daraus sich ergebende Gefahr für den Bestand des Imperiums hinweisen wollen[2]. Man könnte vielleicht auf den Gedanken kommen, daß diese Deutung in den soeben angeführten Worten eine Bestätigung erhalte. Aber das wäre doch nur ein trügerischer Schein: der vorhin erwähnte Ausdruck des Krinagoras selbst Ῥῆνος δούλοις ἔθνεσι πινόμενος, alle Parallelstellen lateinischer Dichter, in denen es stets nur *bibere*, nie *ebibere* heißt, schließen es aus, in unserem Epigramm πίῃ im Sinne von ἐκπίῃ zu verstehen. Wohl aber wird man die Worte des Panegyrikers, in denen wieder ein Augustus auf Kosten der Franken verherrlicht wird, in die hier dargelegte Geschichte eines Motivs hineinbeziehen dürfen. Im Anfang erscheint es noch als Ausdruck der Zuversicht: selbst wenn diese Gefahr einer pangermanischen Invasion einmal eintreten sollte — es wird nie dazu kommen —, das Reich steht fest, und das Volk hält treu zu seinem Kaiser. Der Panegyriker spricht schon aus einer andern Tonart: je bombastischer er seine Sorgenfreiheit beteuert, um so deutlicher merkt man, daß bleiche Furcht ihn schüttelt[3]. Als der vor-

[1] Der Gedanke ist von dem Verfasser des Panegyrikus auf Constantinus 5 (8), 6 wiederholt worden.

[2] A. Rubensohn in seiner Ausgabe (Berlin 1888) S. 89: 'sublatis his cancellis Germani iam suo arbitrio in Romanos fines ingruere poterant sicco quasi vado.'

[3] Mit der von ihm behaupteten Besiegung war es nicht weit her: der Kaiser mußte sich bequemen, den Franken auf dem linken Stromufer Ländereien anzuweisen, was ein anderer Panegyriker (8, 21) mit bittersüßen Worten so zu beschönigen sucht: *tuo, Maximiane Auguste, nutu Arviorum et Treverorum arva iacentia Laetus postliminio restitutus et receptus in leges Francus excoluit.*

nehme Gallier sein Gedicht verfaßte, war die Kaiserherrschaft in der Provence bereits zusammengebrochen. So blieb ihm nur mehr die kleinlaute Phrase; in sie kleidete er das Bewußtsein der Hoffnungslosigkeit, dem germanischen Sieger das linke Ufer des Oberrheins, das er sich damals zur dauernden Besiedelung gewonnen hatte, je wieder streitig machen zu können.

Ausgegeben am 13. Dezember.

1917.

L.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

Hr. Liebisch sprach über die Interferenzfarben des Quarzes und des Natriumchlorats im polarisierten Lichte nach einer gemeinsam mit Hrn. Dr. A. Wenzel ausgeführten Untersuchung. (Ersch. später.)

Die Fortsetzung der auf S. 3—22 dieses Jahrgangs mitgeteilten Arbeit beschäftigt sich mit der quantitativen Analyse der Interferenzfarben, die an Quarzplatten im konvergenten Sonnenlicht zwischen gekreuzten Polarisatoren beobachtet werden, wenn die Begrenzungsebenen der Platten senkrecht oder parallel zur optischen Achse liegen. Diese Farbengemische werden verglichen mit den Interferenzfarben, die unter denselben Bedingungen zwischen parallelen Polarisatoren auftreten. Die entwickelten rechnerischen Hilfsmittel gestatten ferner die lebhaften Farben zu verfolgen, durch welche die vierfachen Airyschen Spiralen ausgezeichnet sind. Den Schluß bildet eine Analyse der charakteristischen Interferenzfarben, die durch das schwache spezifische Drehungsvermögen des Natriumchlorats im parallelstrahligen Sonnenlichte hervorgerufen werden.

Ausgegeben am 13. Dezember.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917.
LI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

13. Dezember. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: i. V. Hr. Planck.

1. Hr. Haberlandt sprach »Über die Deformationen des sensiblen Protoplasmas bei der Reizung pflanzlicher Sinnesorgane für mechanische Reize.« (Ersch. später.)

Es wird an einer Reihe von Beispielen, insbesondere für die Ranken, gezeigt, daß die Deformationen, die das sensible Protoplasma der Sinnesorgane für mechanische Reize bei Stoß oder Berührung erleidet, im wesentlichen auf tangentiale Zug- und Druckspannungen zurückzuführen sind.

2. Hr. Correns legte eine Abhandlung vor: Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses.

Es gelang bei einer getrenntgeschlechtigen höheren Pflanze (Melandrium) durch Bestäubung mit sehr viel und mit wenig Pollen sicher verschiedene Geschlechtsverhältnisse zu erhalten, im 1. Fall 42.96 Prozent Männchen und 57.04 Prozent Weibchen (Gesamtzahl 1276), im 2. Fall 29.86 Prozent Männchen und 70.14 Prozent Weibchen (Gesamtzahl 1292). Das Ergebnis erklärt sich durch die Konkurrenz unter den beiderlei Pollenkörnern des heterogametischen männlichen Geschlechtes, ohne Änderung der Keimzellen in Potenzen, Tendenz oder Valenz. Mit der Zunahme der Zahl nimmt der Vorteil zu, in dem sich die weibchenbestimmenden Pollenkörner überhaupt befinden. Er beruht sehr wahrscheinlich auf dem schnelleren Wachstum der Pollenschläuche, die so die weibchenbestimmenden Spermakerne rascher zu den Eizellen befördern.

3. Hr. Diels überreichte eine Mitteilung des Hrn. Generalleutnant z. D. Dr. phil. h. c. Erwin Schramm in Dresden betitelt: Erläuterung der Geschützbeschreibung bei Vitruvius X 10—12.

Nach Fertigstellung der Rekonstruktion der antiken Geschütze, deren Modelle auf der Saalburg aufgestellt sind, ergab es sich, daß auch nach Vitruvs Angaben ohne wesentliche Textänderungen (nur die Zahlen sind von den Abschreibern willkürlich behandelt worden) leistungsfähige Geschütze hergestellt werden können. Zu diesem Zwecke werden die betreffenden Kapitel ins Deutsche übersetzt und durch Figuren in genauem Maßstab erläutert.

4. Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Bütschli in Heidelberg hat am 5. Dezember das fünfzig-

jährige Doktorjubiläum gefeiert: aus diesem Anlaß hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet, welche weiter unten abgedruckt ist.

5. Die philosophisch-historische Klasse hat Hrn. Sachau zur Erforschung der tatarischen Sprache 1500 Mark und Hrn. Stumpf zu phonographischen Aufnahmen griechischer Dialekte und Gesänge weiter 212 Mark 10 Pfennige bewilligt.

Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses.

Von C. Correns.

I. Einleitung.

Die Untersuchungen des letzten Jahrzehntes haben gelehrt, daß die Geschlechtsbestimmung getrenntgeschlechtiger Arten zumeist so erfolgt: Das eine Geschlecht, meist das weibliche, bildet einerlei Keimzellen mit derselben, bestimmten Geschlechtstendenz[1], es ist homogametisch (R. Hertwig). Das andere Geschlecht, meist das männliche, bringt zweierlei Keimzellen hervor, die sich irgendwie, in der Art oder in der Stärke ihrer ebenfalls bestimmten Geschlechtstendenz unterscheiden; es ist heterogametisch. Von diesen Keimzellen läßt die eine Sorte nach der Befruchtung die Tendenz der Keimzellen des einen Geschlechtes unverändert, so daß wieder Individuen des homogametischen Geschlechtes entstehen. Die zweite Sorte ändert dagegen nach der Befruchtung die Tendenz der Keimzellen des einen (homogametischen) Geschlechtes so ab, daß Individuen des eigenen heterogametischen Geschlechtes hervorgehen. Wie das im einzelnen geschieht, ist für uns hier belanglos. Wir können, ohne uns auf irgendeine Theorie festzulegen, die eine Sorte Keimzellen »Männchenbestimmer«, die andere »Weibchenbestimmer« nennen.

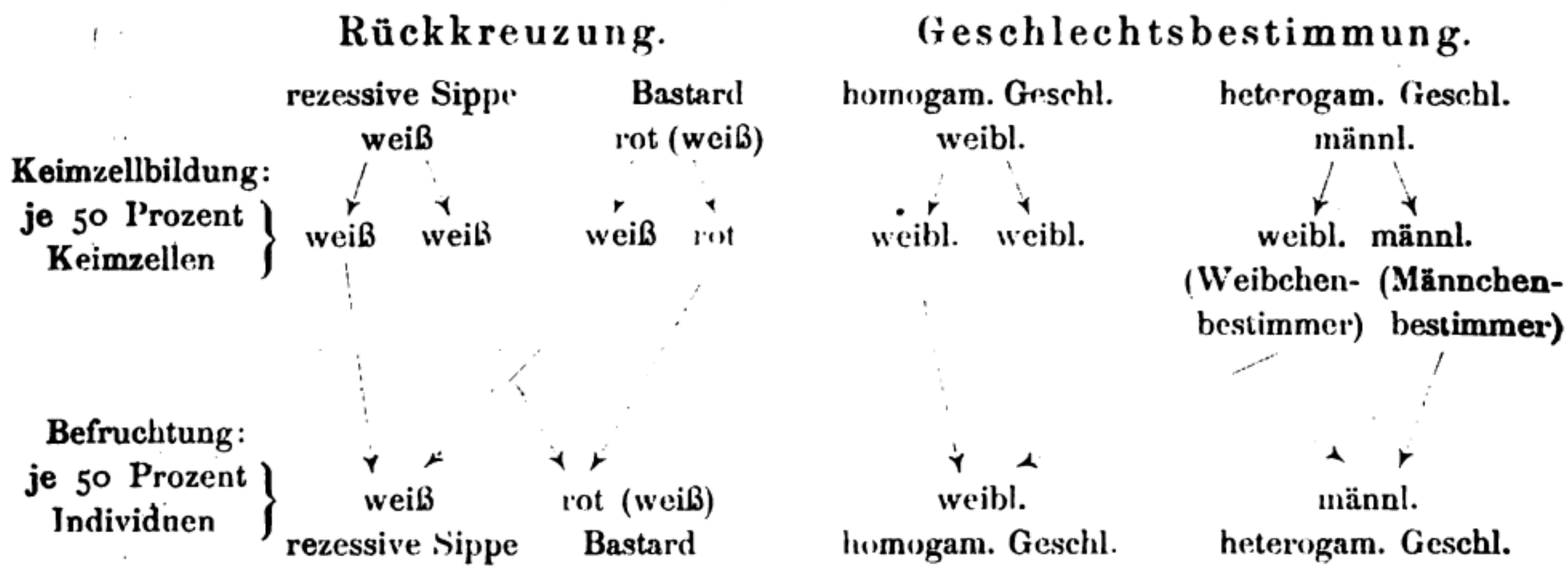
Diese »genotypische« Form der Geschlechtsbestimmung findet sich in beiden Organismenreichen. Für das Tierreich brachten die zytologischen Untersuchungen über Geschlechtschromosomen und das experimentelle Studium der geschlechtsbegrenzten Vererbung den Beweis. Für das Pflanzenreich waren wir zunächst auf meine Bastardierungsversuche zwischen gemischt- und getrenntgeschlechtigen Arten angewiesen. Jetzt haben auch die Versuche anderer ein entsprechendes Resultat gegeben, vor allem bei *Melandrium*, wo G. H. Shull unter anderm

[1] Nicht nur in dem getrenntgeschlechtigen Organismus, sondern auch in seinen Keimzellen sind stets die Anlagen (Potenzen) beider Geschlechter vorhanden. Dadurch, daß die Anlagen für das eine Geschlecht entfaltungsfähiger sind als die des andern, erhält die Keimzelle eine bestimmte Tendenz.

den ersten und bisher einzigen, von Baur entdeckten Fall von geschlechtsbegrenzter Vererbung weiterverfolgt hat.

Daneben kommen einzelne Fälle andersartiger Geschlechtsbestimmung, wohl immer als besondere Anpassungen, vor. Besonders merkwürdig ist das Verhalten der *Bonellia viridis.* Hier konnte Baltzer den außerordentlich wichtigen Nachweis führen, daß fast oder ganz ausschließlich äußere Einflüsse, und zwar Ernährungsverhältnisse, entscheiden, ob eine Larve zu einem Weibchen oder zu einem Männchen wird oder mehr oder weniger zwittrig ausfällt. Die Geschlechtsbestimmung ist hier im wesentlichen oder rein epigam und »phänotypisch«. Ebenso merkwürdig ist das Verhalten des *Dinophilus apatris,* wenn dessen weibchengebendes Ei durch Verschmelzung einer größeren Eizelle mit mehreren kleineren ihresgleichen entsteht, während das männchengebende Ei aus einer Eizelle hervorgeht, die einzeln geblieben ist, und wenn es nach von Malsen (1906) von der Temperatur abhängt, ob und wieviel Eizellen (»Eikeime«) verschmelzen, so daß durch Wärme mehr Weibchen, durch Kälte mehr Männchen zu erzielen sind, als bei Zimmertemperatur entstehen.

Den gewöhnlichen Fall »genotypischer« Geschlechtsbestimmung kann man in völlige Parallele bringen mit der Rückkreuzung eines einfachsten mendelnden Bastardes, eines sogenannten Monohybriden, mit seinem rezessiven Stammelter:



Bei beiden Vorgängen fällt, wie man fast allgemein annimmt, die Entscheidung über das Verhalten der Keimzellen — wenn ihrer zweierlei gebildet werden — bei der Reduktionsteilung. Zumeist tritt sie folglich bei der Teilung der Spermatozyten der Tiere und der Pollenmutterzellen der höheren Pflanzen ein, wenn das weibliche Geschlecht aber heterozygotisch ist, wie bei den Schmetterlingen, bei der Eireifung. Zwingend bewiesen ist das im Tierreich für jene Fälle,

wo deutlich erkennbare Geschlechtschromosomen vorhanden sind. Im Pflanzenreich, wo solche bisher stets vergeblich gesucht wurden, ist man auf den Analogieschluß angewiesen, wenn nicht Versuche, wie sie STRASBURGER bei *Helodea* eingeleitet, aber nicht vollendet hat, den Beweis bringen, oder Beobachtungen, wie sie wieder STRASBURGER an *Sphaerocarpus terrestris* gemacht hat, als solcher angesehen werden können.

Erfolgt die Entscheidung wirklich bei einer Kernteilung, so müssen die beiderlei Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes, wie die eines einfachsten mendelnden Bastardes, in genau gleicher Zahl, also im Verhältnis 1 : 1, entstehen. Danach wäre zu erwarten, daß bei getrenntgeschlechtigen Wesen auch die beiderlei Geschlechter im selben Verhältnis 1 : 1 gebildet würden — wie bei der Rückkreuzung eines mendelnden Bastardes mit seinem rezessiven Elter auf ein Individuum mit dem rezessiven Merkmal durchschnittlich ein Individuum mit dem dominierenden oder dem Bastardmerkmal kommt. In dem Schema auf S. 686 ist das bereits angenommen.

Dieses durch den eigentlichen Geschlechtsbestimmungsmechanismus gegebene Verhältnis der Geschlechter könnte man das »primäre« oder »ideale« nennen, wenn diese Ausdrücke nicht schon in anderem Sinne gebraucht worden wären (für das Verhältnis der künftigen Männchen und Weibchen unter den eben befruchteten Eizellen). In Ermanglung einer besseren Bezeichnung wollen wir es fernerhin als das mechanische Geschlechtsverhältnis bezeichnen.

In Wirklichkeit zeigt sich dieses mechanische Geschlechtsverhältnis nicht oder höchstens zufällig und annäherungsweise. Fast immer überwiegt, sobald wir die Geschlechter unterscheiden können, das eine oder das andere deutlich, oft sehr auffällig. Wir wollen es im folgenden das prävalente Geschlecht nennen.

Tier- und Pflanzenreich verhalten sich auch hierin ganz gleich. Für *Mercurialis annua* hat z. B. HEYER (1884) ein Verhältnis festgestellt: 100 ♀ zu 105.9 ♂, das wir auch beim Menschen wiederfinden; für den Hanf fand er dagegen 100 ♀ zu 86 ♂.

Das Geschlechtsverhältnis ist nun bekanntlich auch bei ein und derselben Art nicht immer das gleiche. Zunächst fällt es verschieden aus, je nach dem Entwicklungsstadium der Individuen, auf dem es festgestellt wird. Am bekanntesten ist, daß beim Menschen mehr Knaben als Mädchen geboren werden (in Mitteleuropa etwa 106 auf 100 Mädchen), daß bei den befruchteten Keimzellen das Verhältnis noch stärker zugunsten der Knaben verschoben ist (mindestens 116.4 ♂ auf 100 ♀, AUERBACH 1912), daß aber vor der Geburt und bei und nach ihr mehr Knaben als Mädchen zugrunde gehen, so daß später

das Verhältnis 1 : 1 hergestellt wird, und schließlich das weibliche Geschlecht überwiegt.

Aber selbst wenn wir dieselben Entwicklungsstadien vergleichen, erhalten wir bei ein und derselben Art nicht immer dasselbe Verhältnis der beiden Geschlechter; es können sich auch Sippen derselben Art darin unterscheiden. Es sei wieder ein Beispiel vom Menschen genommen. Während für die weiße Bevölkerung der Vereinigten Staaten Nordamerikas das Zahlenverhältnis der Geburten annähernd das gleiche ist wie in Mitteleuropa, also etwa 100 ♀ zu 106 ♂, überwiegt (nach Newcomb, 1904, S. 8) bei der farbigen Bevölkerung deutlich das weibliche Geschlecht. — Ja, es kommt offenbar vor, daß in derselben Sippe Individuen sich nur dadurch von anderen, ihnen sonst gleichen unterscheiden, daß sie ein anderes Geschlechtsverhältnis geben (S. 699).

Endlich hat die Statistik die Abhängigkeit des Geschlechtsverhältnisses von mancherlei anderen Einflüssen bewiesen oder behauptet. Beim Menschen ist es z. B. bei den älteren Erstgebärenden noch stärker zugunsten der Knaben verschoben, während umgekehrt bei den unehelichen Geburten die Mädchen zahlreicher als sonst sein sollen[1].

Man hat nun diese tatsächlich vorhandenen, oft sehr auffälligen Abweichungen der Geschlechter vom Verhältnis 1 : 1 mehrfach gegen die Richtigkeit der modernen Auffassung der Geschlechtsbestimmung, wie wir sie oben kennen gelernt haben, ins Feld geführt (de Meijere, 1911, S. 723, Brunneli, 1915, S. 40 usw.)[2]. Natürlich erfordern sie auch eine Erklärung. Schon in meiner ersten einschlägigen Veröffentlichung habe ich aber darauf hingewiesen (1907, S. 53), daß auch bei mendelnden Bastarden ganz auffällige Abweichungen der tatsächlich beobachtbaren Zahlen von den theoretisch zu fordernden vorkommen, und daß das dann auf einer größeren Eignung der einen Art von Keimzellen zur Befruchtung beruht. Mit anderen Worten: es kann eine Konkurrenz zwischen den verschiedenen Keimzellsorten stattfinden, die sich dann nicht nur in ihrer Anlagengarnitur für den Embryo und die daraus erwachsende Pflanze unterscheiden, sondern auch in ihrem physiologischen, die Befruchtung ermöglichenden Verhalten. Bei einem einfachsten spaltenden Bastard zwischen zwei Sippen höherer Pflanzen könnte z. B. die eine Sorte Pollenkörner ihre

[1] Zahlreiche solche Angaben findet man bei Düsing (1884), Newcomb (1904) bis zu Vaerting (1917).

[2] Ich weiß nicht, ob schon für die klassischsten Objekte für Geschlechtschromosomen, *Protenor*, *Lygaeus* usw., das Geschlechtsverhältnis festgestellt worden ist. Es wäre von Interesse, besonders wenn es vom mechanischen Verhältnis stärker abwiche.

Keimschläuche durchschnittlich etwas rascher bilden als die andere Sorte, folglich die Spermakerne durchschnittlich früher zu den Eizellen bringen und so eine bestimmte Kombination der männlichen und weiblichen Keimzellen durchschnittlich häufiger ermöglichen als andere.

Ich darf wohl nochmals auf den ersten derartigen Fall (1902, S. 159) kurz eingehen. Der gewöhnliche Mais hat glatte Körner, der Zuckermais Körner, die beim Austrocknen runzlig werden. Die Bastardkörner sind glatt. In der 2. Generation tritt Spalten ein. Gewöhnlich zeigt sich dabei das normale Verhältnis: 3 glatt zu 1 runzlig, also 75 Prozent zu 25 Prozent. Ich fand nun zwei Sippen, deren Bastard in der 2. Generation etwa 84 Prozent glatte und nur 16 Prozent runzlige Körner gab. Man hätte da zunächst denken können, die beiderlei Keimzellen mit den Anlagen für »glatt« und »runzlig« würden in einem anderen Verhältnis als dem normalen (1 : 1) gebildet. Als aber der Bastard statt mit eigenem Pollen, mit dem der rezessiven, runzelkörnigen Elternsippe bestäubt wurde, gab er ganz normal 50 Prozent glatte und 50 Prozent runzlige Körner. Hier war eben die Konkurrenz unter den Pollenkörnern ausgeschlossen; es stand nur einerlei Pollen zur Verfügung. Wurde dagegen umgekehrt die Elternsippe mit runzligen Körnern mit Pollen des Bastardes bestäubt, so waren wieder zweierlei Pollenkörner in Tätigkeit, und die Konkurrenz konnte sich geltend machen. Es traten dann auch in der Tat zu wenig, statt 50 Prozent nur 42 Prozent, runzlige Körner auf.

Wichtig ist, daß sich in diesem Falle also zwingend zeigen ließ, daß beiderlei Keimzellen in gleicher Zahl funktionsfähig gebildet wurden, daß sich also die Konkurrenz unter ihnen erst sehr spät, sozusagen im letzten möglichen Augenblick, geltend machte. So gut wie die Keimzellsorte mit der Anlage für eine bestimmte Ausbildung der Früchte eines Maisbastardes könnte aber auch die eine Sorte Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes funktionstauglicher sein als die andere. Später haben dann Schleip (1912, S. 306) und Fritz Lenz (1912, S. 569) in sinnreicher Weise die Chromatinmenge mit dem Geschlechtsverhältnis in Verbindung gesetzt und so die Bevorzugung der einen Sorte Keimzellen auch wirklich zu erklären versucht. Die mit dem Geschlechtschromosom beschwerten Spermien (die Weibchenbestimmer) sollten weniger beweglich und deshalb weniger erfolgreich sein, als die ohne Geschlechtschromosom (die Männchenbestimmer). Diese Annahme kann natürlich nur auf einen Teil der Fälle angewendet werden. Sie versagt, wenn bei einem Männchenüberschuß das weibliche Geschlecht heterogametisch ist, also nur eine Art Spermien gebildet werden (Schmetterlinge), ferner, wenn das männliche Geschlecht zwar heterogametisch ist, aber das

weibliche in der Überzahl auftritt; endlich überall da, wo die Heterogametie ohne erkennbare Unterschiede in den Chromosomengarnituren auftritt, z. B. im ganzen Pflanzenreich.

Das Gegenstück dazu, daß die beiderlei Keimzellen in gleicher Zahl funktionsfähig gebildet werden, sich aber in ihrem physiologischen Verhalten unterscheiden, sind jene nur aus dem Tierreich bekannten Fälle, wo von den zwei in genau gleicher Zahl angelegten männlichen Keimzellen die eine Sorte zugrunde geht oder ganz funktionslos wird. Ich brauche hierfür nur auf Boveris und Schleips Untersuchungen an *Angiostoma* (*Rhabdonema*) *nigrovenosum* hinzuweisen, wo bei der geschlechtlichen Generation die eine Sorte Spermatozoen (die Männchenbestimmer ohne Geschlechtschromosom) nicht funktioniert, die andere Sorte die als Zwitter ausgebildeten Weibchen der ungeschlechtlichen Generation gibt.

Zwischen diesen Extremen können alle möglichen Übergänge gedacht werden. Es könnte nur ein Teil der einen Sorte Keimzellen zugrunde gehen oder bei der einen Sorte ein größerer Teil als bei der anderen.

Außer durch die Konkurrenz unter den Keimzellen des heterogametischen Geschlechts und durch den teilweisen oder ganzen Ausfall der einen Sorte Keimzellen könnte die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis auch durch eine mehr oder weniger weitgehende Änderung der Tendenz der Keimzellen, entweder nur in ihrer Stärke (Valenz) oder auch in ihrer Art, verursacht sein. So weist Schleip (1912, S. 306) darauf hin, daß das den weibchenbestimmenden Spermien zukommende Mehr an x-Substanz (der Geschlechtschromosomen) zuweilen unter dem Einfluß gewisser stets vorhandener äußerer Bedingungen seine Wirksamkeit verlieren könnte, oder daß dasselbe mit dem entsprechenden Chromatinbestandteil im Ei geschehen könnte, so daß ein Männchen entstehe, obwohl das befruchtende Spermium ursprünglich ein weibchenbestimmendes gewesen wäre.

Ein verschiedenes Geschlechtsverhältnis kann natürlich auch dann herauskommen, wenn wir in einem Elternpaar A + B das eine Elter, z. B. B, durch ein Individuum C ersetzen, das eine andere Geschlechtstendenz besitzt. Einen solchen Erfolg haben schon meine Bastardierungen mit der getrenntgeschlechtigen *Bryonia dioica* und der gemischtgeschlechtigen *B. alba* und die Versuche mit der gynodiözischen (also aus Zwittern und Weibchen bestehenden) *Plantago lanceolata* gehabt. Er ist auch von R. Hertwig bei der Kreuzung zwischen Fröschen von verschiedenen Lokalitäten erzielt worden, und vor allem hat

R. GOLDSCHMIDT bei *Limantria dispar* eine ganz besonders auffällige Wirkung an sich verschiedener und verschieden starker »Geschlechtspotenzen« nachgewiesen und untersucht (zuletzt 1916, S. 53).

Die Zahl der Möglichkeiten ist so groß, daß man nach einer übersichtlichen Einteilung suchen muß. Wir könnten die bekannte Terminologie, die V. HÄCKER für die Geschlechtsbestimmung überhaupt geprägt hat, auch hier verwenden und sagen: Die Ursachen der Verschiebung des mechanischen Geschlechtsverhältnisses 1 : 1 können entweder schon progam wirken (wenn z. B. die eine Art Keimzellen ganz oder teilweise zugrunde geht), oder syngam (wenn die eine Art Keimzellen bei der Befruchtung im Vorteil ist), oder epigam, besser metagam (wenn z. B. die Individuen des einen Geschlechts weniger resistent sind als die des anderen). Es können endlich auch Kombinationen dieser verschiedenen Möglichkeiten eintreten.

Vielleicht ist aber die folgende Einteilung besser. Wir verstehen dabei unter Potenzen mit DRIESCH und KLEBS die Gesamtheit dessen, was die Keimzelle und der Organismus unter den verschiedenen äußeren Bedingungen hervorbringen kann (Anlagen und Entfaltungsmechanismus), unter Tendenz jenen Teil der Potenzen, der entfaltungsfähig oder im Begriff ist, entfaltet zu werden, unter Valenz endlich die Stärke der Tendenz, also den Grad der Überlegenheit der entfaltungsfähigen oder sich entfaltenden Potenzen den übrigen gegenüber. Dann können wir sagen: Das Geschlechtsverhältnis könnte verschoben werden:

I. durch den Ersatz eines Elters im Elternpaar (A + B) durch ein anderes Individuum (C) mit anderen Potenzen oder anderer Tendenz oder anderer Valenz;

II. bei gleichbleibenden Eltern und damit gleichbleibenden Potenzen durch die Veränderungen der äußeren Bedingungen. Sie bewirken:

A. eine Änderung der Tendenz schon bei den Keimzellen oder erst bei den aus ihrer Vereinigung entstehenden Zygoten (den neuen Individuen), indem z. B. die Entfaltung der zunächst geförderten männlichen Potenzen verhindert und die bisher unterdrückten weiblichen Potenzen entfaltungsfähig werden:

B. eine Änderung der Valenz bei den Keimzellen, indem z. B. die Tendenz einer Keimzelle, die sich sonst nach der Befruchtung neben der entgegengesetzten Tendenz der anderen Keimzelle nicht hätte durchsetzen können, so viel stärker wird, daß nun sie zur Entfaltung kommt;

C. eine Verschiebung der an sich verschiedenen Chancen schon der beiderlei Keimzellen des heterogametischen Geschlechts oder erst der beiderlei Zygoten (Individuen), ohne Änderung der Tendenz und Valenz. Dabei können die Keimzellen des heterogametischen Geschlechts entweder direkt oder indirekt (durch Beeinflussung der Keimzellen des homogametischen Geschlechts) getroffen werden.

Auch hier werden Ursachen aus den verschiedenen Gruppen zusammenwirken können, daß der Enderfolg, eine bestimmte Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis, herauskommt[1].

Wie immer sich die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis im Einzelfalle erklären mag, auffallend bleibt, daß sie so häufig, fast regelmäßig, eintritt und oft so stark ist, während merkliche Abweichungen von dem theoretischen Verhältnis beider Nachkommenschaft mendelnder Bastarde jedenfalls viel seltener sind, wenn sie auch ebenfalls bis zum völligen Verschwinden einer Individuenklasse gehen können. (Man denke an Baurs *Antirrhinum majus aureum* oder an Cuénots gelbe Mäuse.) Nicht in ihrem Grade, sondern in ihrer Häufigkeit liegt also das Charakteristische der Abweichung beim Geschlechtsverhältnis. Es muß für die Reaktionen der Keimzelle irgendwie von größerer Bedeutung sein, daß sie männliche oder weibliche Geschlechtstendenz besitzt, als daß sie eine andere Anlage, sagen wir für gesägten Blattrand oder rote Blütenfarbe, überträgt.

II. Die neuen Versuche.

In jedem einzelnen Falle handelt es sich nun darum, auf experimentellem Wege nachzuweisen, welche von den verschiedenen möglichen Ursachen für das Zustandekommen des tatsächlich beobachtbaren Geschlechtsverhältnisses verantwortlich zu machen sind.

Die statistischen Erhebungen mit ihren vielfach sehr interessanten Ergebnissen können, so wichtig sie sind, doch nur die Richtung angeben, in der sich die Versuche bewegen müssen, sie nicht ersetzen. Denn sie erfassen gegebene Zustände des Materiales, deren Zustande-

[1] Noch besser wäre es wohl, die Haupteinteilung danach zu treffen, ob die Potenzen, die Tendenz, die Valenz oder keines von den dreien geändert wird, und erst in zweiter Linie zu fragen, ob die Veränderung durch den Ersatz eines Elters durch ein neues Individuum oder durch äußere Einflüsse beim selben Elternpaar bedingt wird. Es sind rein praktische Gesichtspunkte, die mich zur Aufstellung des oben gegebenen Schemas veranlaßt haben. Bei dem tiefen Stand unserer Kenntnisse über die Ursachen der Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses wird sie brauchbarer sein.

kommen unbekannt oder doch ungewiß ist. Was kann nicht alles möglicherweise schuld daran sein, daß bei älteren Erstgebärenden der Knabenüberschuß noch größer ist als gewöhnlich?

Unter den Versuchen kommen hier jene nicht in Betracht, die darauf ausgehen, bei Organismen mit geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generationen, z. B. Rotatorien oder Daphniden, die eine oder andere Fortpflanzungweise in die Hand zu bekommen und damit dann auch die Erzeugung von Männchen zu beherrschen. Ebenso schalten wir alle Versuche aus, bei denen durch Auswechselung eines Elters gegen ein anderes Individuum mit abweichendem Verhalten der Keimzellen das Geschlechtsverhältnis verschoben wurde. Dann bleibt als sicher erfolgreicher Versuch wohl nur noch R. HERTWIGS Befruchtung überreifer Froscheier übrig, bei der schließlich nur mehr Männchen entstanden, wenn die Deutung im einzelnen auch noch nicht ganz klar ist. (Auf die ebenfalls erfolgreichen Versuche von MALSENS und BALTZERS habe ich eingangs [S. 686] hingewiesen. Da bei ihnen wohl eine ungewöhnliche, abgeleitete Art der Geschlechtsbestimmung beeinflußt wurde, scheiden sie hier aus.) Von den übrigen Angaben aber, daß es gelungen sei, in den Mechanismus der Geschlechtsbestimmung einzugreifen, hat bis jetzt keiner der kritischen Prüfung (durch HEYER, STRASBURGER, CUÉNOT, O. SCHULTZE, SPRECHER und andere) standgehalten, so zahlreich und so bestimmt sie auch seit alter Zeit gemacht worden sind. Mit den nachfolgenden Untersuchungen werden diese Bemühungen wieder aufgenommen, nachdem theoretische Überlegungen, die an den schon erwähnten Maisversuch (S. 688) anknüpften, einen Erfolg nicht unmöglich erscheinen ließen.

Kommt die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis durch die Konkurrenz unter den zwei Sorten Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes zustande, so muß sich eine Verschiebung des Verhältnisses erreichen lassen, wenn es gelingt, diese Konkurrenz herabzusetzen oder zu verschärfen.

Der einfachste Fall wäre, wenn die fertigen Keimzellen zwar noch alle befruchtungstauglich wären, die eine Sorte sich aber etwas im Vorteil befände, wenn also ein ganz ähnliches Verhalten vorläge, wie wir es oben für einen bestimmten Bastard zwischen zwei Maisrassen kennengelernt haben. Dann müßte sich je nach dem Zahlenverhältnis, in dem die Keimzellen des homogametischen Geschlechtes mit denen des heterogametischen zusammengebracht werden, das Geschlechtsverhältnis ändern. Und zwar müßte das »prävalente« Geschlecht, das so wie so schon in der Überzahl ist, bei Steigerung der Konkurrenz noch mehr in den Vorteil kommen; bei ihrer Herabsetzung müßte auch sein Vorteil mehr und mehr ausgeglichen werden.

Nehmen wir den gewöhnlichen Fall an, daß das weibliche Geschlecht homogametisch, das männliche heterogametisch ist, und wählen wir eine höhere Pflanze als Versuchsobjekt. Dann würde also das Verhältnis zwischen der Zahl der befruchtungsfähigen Samenanlagen (mit je einer Eizelle) im Fruchtknoten und der Zahl der Pollenkörner (mit je einer generativen Zelle und je zwei Spermakernen), die auf die Narbe kommen, von Einfluß sein. Sind soviel Samenanlagen vorhanden, als Pollenkörner geboten werden, oder mehr Samenanlagen, so ist die Konkurrenz um die Eizellen soweit als möglich ausgeschaltet. Das dann beobachtbare Geschlechtsverhältnis der Nachkommenschaft muß sich dem mechanischen nähern oder ihm sogar entsprechen, wenn eine Konkurrenz, wie wir sie angenommen haben, die einzige Ursache der Abweichung war. Wird umgekehrt ein Überschuß von Pollenkörnern zur Bestäubung verwendet — das Mehrfache der Zahl der Samenanlagen im Fruchtknoten, und mehr als gewöhnlich durch Insekten, Wasser oder Wind auf die Narbe gelangt —, so ist die Konkurrenz um die Samenanlagen gesteigert, und das Zahlenverhältnis der Geschlechter muß sich bei der Nachkommenschaft noch weiter vom mechanischen Verhältnis entfernen, als es unter gewöhnlichen Verhältnissen tut.

Es ist vielleicht nicht ganz überflüssig, die Wirkung der Konkurrenz noch an einem fingierten Zahlenbeispiel zu zeigen. Wir nehmen an, die eine Sorte Pollenkörner ist imstande, durchgehends rascher wachsende Schläuche zu bilden (also die befruchtenden Spermakerne rascher zu den Samenanlagen zu befördern), und zwar sollen ihre Schläuche in der Stunde 1 mm, die Schläuche der anderen Sorte Pollenkörner nur 0.9 mm zurücklegen. Beiderlei Sorten Pollenkörner sind so gut als irgend möglich (schon durch ihre Bildungsweise) gemischt und alle übrigen Bedingungen völlig gleich. Der Weg von der Stelle der Narbe, wo die Pollenkörner zum Keimen kommen, bis zu den Eizellen in den Samenanlagen des Fruchtknotens betrage 15 mm, und es seien im Fruchtknoten 250 Samenanlagen vorhanden. Werden nun ebensoviel taugliche Pollenkörner (also 250) oder weniger zur Bestäubung benutzt, so ist der Unterschied in der Schnelligkeit der Schlauchbildung zwischen den beiden auf der Narbe in gleicher Zahl vorhandenen Pollensorten belanglos. Auch die langsameren Schläuche kommen, freilich mit einer Verspätung von etwa 2 Stunden, zum Ziel. Anders, wenn die Zahl der tauglichen Pollenkörner größer ist als die der Samenanlagen. Ist sie zweimal so groß oder noch größer, so kommen von den 500 oder mehr Körnern nur jene mit schneller wachsenden Schläuchen zur Befruchtung. Bei Pollenkornzahlen, die zwischen 250 und 500 liegen, können sich beide Sorten beteiligen, je größer die Pollen-

menge aber wird, desto geringer wird die Zahl der Körner mit langsam wachsenden Schläuchen, die befruchten können.

Als Extreme würden sich auf der einen Seite, bei weniger als 250 Pollenkörnern, gleichviel männliche und weibliche Nachkommen ergeben, auf der andern Seite, bei mehr als 500 Pollenkörnern, ausschließlich weibliche.

Hierbei haben wir stillschweigend angenommen, daß die beiderlei Pollenkörner sich durch die Schnelligkeit der Schlauchbildung oder des Schlauchwachstums scharf unterscheiden und an derselben Stelle der Narbe, also gleich weit vom Ziele der Pollenschläuche, zum Keimen kommen. Es bleibt sich aber auch alles gleich, wenn sie in verschiedener Entfernung vom Ziele angebracht, z. B. über die ganze Länge einer fadenförmigen Narbe verteilt werden, sobald nur eine genügend große Zahl aufgetragen wird, oder die Zahl der Versuche genügend hoch ist. Es bestimmt dann nur der Zufall die Verteilung der beiderlei Körner; diese selbst sind schon, wie bereits betont, gut genug durcheinander gemischt. Ebenso bleibt alles gleich, wenn die Schnelligkeit, mit der die Pollenschläuche wachsen, bei jeder Sorte schwankt, so daß, um bei unserem Beispiel zu bleiben, 1.0 und 0.9 mm nur Mittelwerte sind, solange die Variationsbreite im Verhältnis zur Differenz nicht zu groß und die Pollenmenge nicht zu klein ist. Wird die Breite zu groß und die Menge zu klein, so können die schneller wachsenden Schläuche der langsameren Pollensorte die langsamer wachsenden der schnelleren Sorte überholen, wie bei dem weiter oben ins Auge gefaßten Fall bei zu großen Schwankungen in der Entfernung der Pollenkörner vom Ziel und zu geringer Zahl der Körner der Vorteil des rascheren Wachstums durch die Ungunst der Lage des Ausgangspunktes aufgehoben sein kann.

Ebenso wäre es anders, wenn sich die Schläuche der männchenbestimmenden und der weibchenbestimmenden Pollenkörner nicht bloß durch die Schnelligkeit ihres Vordringens, sondern auch dadurch unterschieden, daß die eine Sorte nicht so lang werden könnte als die andere, oder daß die Zeit, die den wachsenden Schläuchen zur Verfügung steht, für die eine Sorte nicht mehr immer ausreichte.

Von solchen naheliegenden Überlegungen ausgehend, habe ich eine Anzahl Versuche begonnen, von denen einer bereits ein positives Ergebnis geliefert hat. Zwar hat sich auch bei ihm erst etwas mehr als die Hälfte der Versuchspflanzen nach ihrem Geschlecht bestimmen lassen; trotzdem sind die Zahlen schon genügend groß für einen zwingenden Schluß, und da es fraglich ist, wieviel von den nicht blühenden Rosetten den Winter überstehen werden, teile ich ihn bereits jetzt mit.

Als Versuchsobjekte wurden *Melandrium album* und *M. rubrum* gewählt, vor allem, weil der Fruchtknoten hier eine relativ sehr große Zahl von Samenanlagen, etwa zwischen 300 und 500, enthält, was in mehrfacher Hinsicht Vorteile bietet gegenüber den anderen, sonst so häufig zu ähnlichen Versuchen verwendeten Objekten, wie dem Hanf mit je einer und *Mercurialis annua* mit je zwei Samenanlagen im Fruchtknoten. Dadurch ist man bei *Melandrium* eher in der Lage, die Pollenmenge im Verhältnis zur Zahl der Samenanlagen abzustufen, nachdem die Pollenkörner nun einmal wegen ihrer geringen Größe nicht wohl in abgezählten Mengen auf die Narben gebracht werden können. Daß jede Bestäubung gleich eine größere Zahl Nachkommen gibt, erleichtert außerdem vergleichende Versuche, bei denen alle übrigen Bedingungen, von einer Variabeln abgesehen, möglichst gleich zu gestalten sind. Denn je weniger Bestäubungen schon die zur Entscheidung nötige Zahl von Nachkommen geben, desto eher fallen die Bedingungen bei den einzelnen Bestäubungen gleich aus. Vorteilhaft ist auch die Insektenblütigkeit, die die Isolierung der Versuchspflanzen erleichtert. Endlich war mir die Behandlung durch andere Versuche, die zum Teil schon mehr als 15 Jahre zurückliegen (1905, S. 255), vertraut.

Seit Girou de Buzareingues am Ende der 20er Jahre des verflossenen Jahrhunderts mit *Melandrium* experimentierte, hat es wiederholt zu Versuchen über Probleme der Geschlechtsbestimmung gedient, so Hoffmann (1871), Heyer (1884), vor allem aber wiederholt Strasburger (1900, 1910), und zuletzt ganz besonders (seit 1910) G. H. Shull. Sogar unsere besondere Frage, der Einfluß einer Bestäubung mit viel und mit wenig Pollen, ist hier schon von Strasburger (1900, S. 764) geprüft worden, freilich nicht von unserem Gesichtspunkt aus, indem er einerseits den Pollen sämtlicher Antheren einer Blüte und anderseits den Pollen eines einzigen Staubfadens verwendete. Er erhielt im ersten Falle 120 Männchen und 152 Weibchen, im zweiten 116 Männchen und 146 Weibchen, also beide Male genau gleichviel Männchen, nämlich 44 Prozent[1]. Ob dieselbe Mutterpflanze und derselbe Pollenlieferant verwendet wurden, wird nicht angegeben. Ein zweiter Bestäubungsversuch mit dem Pollen aus je einer einzigen Anthere gab

[1] Im folgenden wird das Zahlenverhältnis der ♂ und ♀ in Prozenten der Gesamtzahl angegeben. Die übliche Methode, die Zahl des einen Geschlechtes gleich 100 zu setzen, ist, wie Johannsen (1909, S. 95, Anm., 1913, S. 207, Anm.) mit vollem Recht hervorgehoben hat, für die Rechnung unbequem und sogar irreführend, weil die Gesamtzahl ja für jedes Verhältnis eine andere wird. Die geringen Vorteile verschwinden zudem, wenn, wie gewöhnlich, bald die Zahl der ♂, bald die der ♀ gleich 100 gesetzt wird — fast immer die des in geringerer Menge vorhandenen Geschlechtes.

166 Männchen auf 169 Weibchen, also auffallend viel Männchen, 50 Prozent. Die Antheren waren teils ganz reif, teils unreif gewesen, ohne daß das einen Einfluß gehabt hätte. Die sechs Kapseln, deren Inhalt getrennt ausgesät worden war, hatten in Prozent 43, 57, 54 (reifer Pollen) und 49, 45, 47 (unreifer Pollen) Männchen hervorgebracht. Es fehlt der Kontrollversuch mit reichlicherer Bestäubung, so daß dahingestellt bleiben muß, ob hier wirklich ein Erfolg erzielt wurde. Bei einem dritten Versuch (1910, S. 446) wurde zu anderem Zwecke die Bestäubung mit noch weniger Pollen ausgeführt, nämlich mit Antherenscheibchen, von denen jedes nach Strasburger 150 bis 200 Pollenkörner enthalten haben mochte. Dabei entstanden aus 15 Früchten 376 Männchen und 659 Weibchen, also auffallend wenig Männchen, 36.3 Prozent. Auch hier fehlt ein Kontrollversuch, mit viel Pollen und den gleichen Eltern. Der letzte Versuch war mit *Melandrium rubrum*, die früheren mit *Melandrium album* ausgeführt worden.

Zunächst wollen wir einige Angaben zusammenstellen, die von den verschiedenen Forschern für das Geschlechtsverhältnis bei *Melandrium* gemacht worden sind, bis herab auf G. H. Shull, dessen Ergebnisse besonders besprochen werden müssen[1].

Aus der Tabelle 1 geht ohne weiteres hervor, daß zwar die verschiedenen Autoren zum Teil recht verschiedene Verhältnisse gefunden haben, daß aber derselbe Autor oft unter sich recht ähnliche Verhältnisse feststellen konnte. Am auffallendsten ist das bei den Zählungen Strasburgers, der bei 10662 Pflanzen aus der Umgebung Bonns 43.84 Prozent Männchen und bei seinen 11904 Versuchspflanzen — wenn man sie, wie ich getan habe, alle zusammenrechnet[2] — 43.75 Prozent Männchen gefunden hat. Die Differenz (0.09 Prozent) ist geringer als ihr mittlerer Fehler (±0.56).

Die Unterschiede, z. B. die auffällig hohe Prozentzahl der Männchen bei den Versuchen Girou de Buzareingues müssen in inneren Verschiedenheiten des Materiales begründet sein[3], wie sie ja längst, z. B. für den Hanf, bekannt sind, die Übereinstimmung darin, daß die For-

[1] Der mittlere Fehler (*m*) ist nur berechnet worden, wenn die Gesamtzahl größer als 1000 ist. Ob der Autor mit *Melandrium album* oder *rubrum* oder beiden gearbeitet hat, ist nicht immer ersichtlich. Beide Arten sind, wo die Gelegenheit zur Bastardierung fehlt, bei uns ganz scharf verschieden. Der Vermutung Strasburgers gegenüber, daß sie verschiedene Geschlechtsverhältnisse hätten, ist zuzugeben, daß der von ihm (1900 und 1910) beobachtete Unterschied kaum noch zufälliger Natur ist, aber zu betonen, daß, wie wir gleich sehen werden, die Unterschiede innerhalb jeder Art noch größer sein können.

[2] Einige wenige Versuche, die nur sehr kleine Zahlen gegeben hatten, sind in der Tabelle und deshalb auch beim Zusammenzählen weggelassen worden.

[3] Wenn Girous Folgerungen auch einer modernen Kritik nicht standhalten, sind seine Zahlenangaben doch wohl verwendbar.

Tabelle 1.

Beobachter	Gesamtzahl		♂	♂ in Prozenten	m in Prozenten	Bezeichnung der Versuchspflanzen
GIROU DE BUZAREINGUES						
1831	1151	522	629	54.6	1.47	*Lychnis dioica*
1833	2160	1088	1072	49.6	1.08	
H. HOFFMANN 1871. 1	764	412	352	46	—	*M. album*
2	891	494	397	45	—	*(Lychnis vesper-*
3	173	114	59	33	—	*tina)*
HEYER 1884.						
1. (ein Weibchen)	630	304	326	52	—	*L. dioica*
2. (mehrere Weibchen)	1777	1020	757	42.6	1.17	
STRASBURGER 1900.						
1. Im Freien. S. 728:	10662	5989	4673	43.84	0.48	*M. album*
2. Versuchspflanzen:						
S. 724	315	173	142	45	—	*M. rubrum*
	331	187	144	44	—	» *album*
S. 730	3645	2041	1604	44.0	0.82	» »
	612	336	276	45	—	» »
	577	337	240	42	—	» »
S. 758	645	369	276	43	—	
S. 759	1480	830	650	44	1.29	» »
S. 760	2000	1140	860	43.0	1.11	» »
S 762	970	551	419	43	—	» »
S. 763	321	186	135	42	—	» »
S. 763	141	79	62	44	—	» *alb. + rubr.*
S. 764	272	152	120	44	—	» *album*
	260	146	114	44	—	» »
	335	169	166	50	—	» »
Alle Versuche zusammen	11904	6696	5208	43.75	0.45	
MENDEL (CORRENS 1905.						
S. 241)	203	151	52	26		» *alb. + rubr.*
STRASBURGER 1910.						
S. 448. 1. Vers.-Pfl.	1035	659	376	36.3	1.49	» *rubrum*
2. » »	184	107	77	42	—	» »

scher für die verschiedenen Feststellungen Material derselben Herkunft benutzt haben, das deshalb annähernd homogen war.

Als SHULL (1910, S. 122) alle seine 11197 in Coldspring Harbour gezogenen Versuchspflanzen — wohl vielfach hybride Zwischenformen von *Melandrium album* und *rubrum* — zusammenfaßte, bekam er ein Geschlechtsverhältnis (6366 ♀ : 4831 ♂), das mit seinen 43.13 Prozent ♂ gut zu dem STRASBURGERS stimmte. (Der mittlere Fehler der Differenz ist wenig von ihr verschieden.) Es war aber durch die Auszählung von 135 Familien gewonnen worden, die, aus durchschnittlich je 83 Pflanzen bestehend, (nach der a. a. O. S. 120 reproduzierten Kurve) zwischen 10 und 100 Prozent Männchen aufwiesen. In einer späteren

Veröffentlichung (1914) gibt Shull für viel größere Familien besonders stark abweichende Zahlen an: unter 1097 Individuen bestimmter Herkunft waren nur zwei Weibchen (a. a. O. S. 275), ein andermal unter 1656 nur 12 (a. a. O. S. 277). Er fand aber auch 401 ♂ zu 399 ♀ (a. a. O. S. 281) und 1911 ♂ zu 1861 ♀ (a. a. O. S. 285), also etwa gleichviel Männchen und Weibchen, und schließlich, in kleineren Familien von 95, 96 und 85 Individuen, lauter Weibchen. Diese Abweichungen können nicht mehr zufälliger Natur sein, auch kaum durch unbekannte äußere Einflüsse bedingt; es müssen innere, genotypische Unterschiede vorliegen.

Mich hatte seinerzeit gleich das Resultat meines ersten Versuches (1905, S. 255), 92 ♀ zu 9 ♂, sehr überrascht und in den Jahren 1906 bis 1908 zu einer Anzahl Versuchen über die Erblichkeit solcher Unterschiede im Geschlechtsverhältnis veranlaßt. Zunächst sollten von einigen wenigen Paaren des *Melandrium album*, die deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaft gezeigt hatten, noch möglichst viel weitere Nachkommen aufgezogen werden. Bei den mir damals zur Verfügung stehenden Mitteln blieben die Zahlen zu klein, sprachen aber doch für genotypische Unterschiede. Ich verzichte hier auf ihre Wiedergabe, da inzwischen ja, wie wir eben sahen, Shull viel größere Zahlen veröffentlicht hat, die zu demselben Schluß berechtigen.

Die Fragestellung ist ja nicht neu gewesen; schon Heyer (1884, S. 138) hatte Versuche darüber angestellt, »ob jede einzelne ♀-Pflanze der *Mercurialis annua* das Bestreben habe, die beiden Geschlechter dem gesetzlichen Verhalten entsprechend, zu erzeugen«, und diese Frage dann freilich bejaht[1].

Jedenfalls war aus diesen Ergebnissen für die neuen Versuche zu folgern, daß nur die Nachkommenschaften derselben Eltern untereinander verglichen werden dürfen. Außerdem waren aber auch bei allen Bestäubungen die Bedingungen so gleich wie nur möglich zu gestalten, bis auf die eine Variable, deren Wirkung verglichen werden sollte, also die Pollenmenge.

Für die neuen Versuche wurden vier Weibchen verschiedener Herkunft, 15d (reines *Melandrium album*), 21a III (reines *M. rubrum*), 22b III (*M. rubrum + album*, F 1), 25b I (*M. album + rubrum*, F 1), und ein Männchen, 22a III (Bruder des Weibchens 22b III, also auch *M. rubrum + album*, F 1), verwendet. Die Weibchen standen in einem Abteil eines Gewächshauses beisammen, das Männchen in einem Abteil eines andern Hauses für sich allein. Die Lüftungen waren mit Drahtgaze

[1] Eine Arbeit Yampolskys: Observations on inheritance of sex ratios in *Mercurialis annua* (Mem. New York. Bot. Gard. VI. p. 69—74), habe ich nur angezeigt gesehen.

geschützt. Diese Isolierung war völlig genügend; keine Blüte der Weibchen, die nicht absichtlich bestäubt worden war, setzte an.

Der Pollen wurde zunächst in zwei Mengen auf die Narben gebracht: die einen Blüten erhielten davon so viel als möglich, indem die Antheren von zwei oder drei ganzen männlichen Blüten möglichst gut auf den Narben abgestreift wurden; die anderen bekamen nur den Pollen einer einzelnen aufgesprungenen Anthere. Als sich dann herausstellte, daß auch so noch stets voller Samenansatz zustande kam, wurde die Pollenmenge weiter herabgesetzt, indem von den einzelnen offenen, mit fast nadelscharfer Pinzette gefaßten Antheren die Mehrzahl der Pollenkörner durch Schütteln und Blasen entfernt, und der Rest sachte auf den Narben abgestrichen wurde[1].

Nach Strasburger (1910, S. 447) schwankt bei *Melandrium rubrum* die Zahl der Pollenkörner in einer Antherenhälfte zwischen 1200 und 1400, mag also für die ganze Anthere etwa 2500 betragen. Ich schätze deshalb die Zahl der Pollenkörner, die zu den Bestäubungen verwendet wurden, im ersten Fall auf über 50000, im zweiten Fall auf etwa 2500, im dritten Fall auf höchstens 400 bis 500, also etwa auf den hundertsten Teil wie im ersten Falle[2]. Die Zahl der Samenanlagen gibt Strasburger für *Melandrium rubrum* zu etwa 300 an. Ich fand sie zum Teil beträchtlich höher; in einem speziellen Fall zählte ich in 4 normalen Fruchtknoten eines Weibchens von *M. album + rubrum* 353, 370, 381, 385 Samenanlagen, in einem hexameren Fruchtknoten eines andern Weibchens 484 (was, auf 5/6 reduziert, 405 geben würde), in einem normalen Fruchtknoten eines dritten Weibchens 283 mehr oder weniger normale und 14 deutlich anormale. Bei reinem *Melandrium rubrum* hatte ich früher (im Jahre 1909) 288, 300, 310 und in einem hexameren Fruchtknoten 348 (auf 5/6 reduziert also 290) Samenanlagen (für drei Weibchen) festgestellt.

Es konnten also dreierlei Kapseln geerntet werden, entstanden durch Bestäubung:

1. mit einem sehr großen Überschuß von Pollen (aus 20 bis 30 Antheren, etwa 50000 Körner): I. Fall, »sehr viel Pollen«:

[1] Die Pollenmengen waren so offenbar zuweilen recht ungleich groß. Die von Strasburger (1910, S. 447) verwendete Methode, die Narben mit Scheibchen noch nicht geöffneter Antheren zu belegen, hätte zwar gewisse Vorteile geboten, wäre aber bei den Bestäubungen mit großem Pollenüberschuß, wo sie gleichfalls hätte verwendet werden müssen, zum mindesten sehr unbequem gewesen.

[2] Der Ansatz dieser Bestäubungen bei dem Weibchen 15d, verglichen mit dem Ansatz der Bestäubungen mit sehr viel Pollen bei demselben Weibchen (vgl. Tab. 2), macht es wahrscheinlich, daß im Maximum wenig über 300 taugliche Pollenkörner auf die Narben kamen.

2. mit mäßig viel Pollen (aus einer ganzen Anthere, etwa 2500 Körner): II. Fall;
3. mit wenig Pollen (einem kleinen Bruchteil, höchstens einem Fünftel des Inhaltes einer Anthere, etwa 400 Körner und weniger): III. Fall, »wenig Pollen«.

Die Zahl der Samen in den reifen Kapseln wurde nur für die Extreme, den ersten und den dritten Fall, genau festgestellt[1]. Dabei ergab sich, daß auch im dritten Fall, bei der Verwendung von wenig Pollen, ein Ansatz erzielt worden war, der nur wenig schlechter war als der, zu dessen Hervorbringung der große Überschuß von Pollenkörnern verwendet worden war. Die nachstehende kleine Tabelle 2 gibt die Resultate dieser Zählungen. Wo zwei Zahlen, durch + verbunden, aufgeführt sind, gibt die erste die Samen an, die dem Aussehen nach sicher für keimfähig gehalten werden konnten, die zweite jene, bei denen das nicht der Fall war, weil die Samenanlagen sich zwar sehr weit entwickelt hatten, dann aber doch wohl noch stecken geblieben waren.

Tabelle 2.

♀-Versuchspflanzen	15 d		21 a III		22 b III		25 b I	
Pollenmenge	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen
Zahl der untersuchten Kapseln	11	12	23	56	19	46	11	12
Größte Samenzahl ...	497+22	304+8	261+7	260	113+3	133	318+8	269
Mittlere Samenzahl ...	379	241	206	183	75	75.5	247	239
Kleinste Samenzahl ...	311+9	180+4	168+12	55+2	50+3	37	165+2	204+3

Die vier Weibchen unterscheiden sich nach der Tabelle deutlich durch die Zahl der befruchtungsfähigen Samenanlagen im Fruchtknoten, auch wenn wir von dem hierin offenbar nicht normalen Weibchen 22 b III absehen. Das reine *Melandrium album* (15 d) hat die höchste, das reine *M. rubrum* (21 a III) die niedrigste Zahl, der Bastard (25 b I) steht in der Mitte.

Man sieht ferner beim Vergleich der Mittelwerte, daß sich nur bei den Fruchtknoten des Weibchens 15 d, die an Samenanlagen besonders reich waren, ein wesentlicher Unterschied im Erfolg zwischen den beiderlei Bestäubungen herausstellte; sonst genügte, wie schon angegeben, auch der wenige Pollen zu einem annähernd vollkommenen Ansatz. Auffällig sind aber die großen Unterschiede zwischen Maxi-

[1] Bei den Zählungen haben meine Assistenten, Hr. Dr. Kappert, Fräulein Dr. Lilienfeld und Fräulein L. Eissfeldt geholfen.

mum und Minimum der Samenzahl bei der Bestäubung mit einer überreichen Pollenmenge. Sie können ja nicht wie jene noch auffälligeren bei den Bestäubungen mit wenig Pollen auf Schwankungen in der verwendeten Menge zurückgeführt werden und können auch nur zum Teil auf Schwankungen in der Zahl der Samenanlagen beruhen; zum Teil muß auch der Zustand der Samenanlagen daran schuld gewesen sein.

Da nicht alle Samen ausgesät werden konnten, habe ich mich auf die mit sehr viel und auf die mit wenig Pollen erzeugten beschränkt (I. und III. Fall), später freilich bedauert, nicht auch Samen der Kapseln ausgesät zu haben, die mit dem Pollen einer ganzen Anthere erzielt worden waren (II. Fall). Auch nach dieser Beschränkung mußte noch eine weitere Auswahl stattfinden. Sie wurde aber so getroffen, daß von demselben Weibchen annähernd gleich viel Samen der einen und der anderen Erzeugungsweise ausgesät wurden. Unter den Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren, wurden dann wieder vorzüglich die samenreichsten ausgesucht und unter den mit wenig Pollen erzeugten die samenärmsten. Der Inhalt jeder Kapsel endlich wurde als besonderer Versuch behandelt.

Die Samen desselben Versuches wurden, je nach ihrer Menge, auf einen Topf mit sterilisierter Erde oder auf zwei bis drei Töpfe möglichst gleichmäßig verteilt und diese Töpfe in einem Gewächshaus so weit auseinander aufgestellt, und durch andere Aussaaten getrennt gehalten, daß die Gefahr einer Verschleppung von Samen, auf die jüngst Heribert Nilsson mit Recht nachdrücklich hingewiesen hat, sehr gering war. Die erste, am 27. Februar gemachte Aussaat umfaßte 26 Versuche (36 bis 61); als sich dann herausstellte, daß die Samen schlechter aufgingen, als ich erwartet hatte, wurde am 28. März noch der Inhalt von 17 weiteren Kapseln (Versuch 66 bis 82) ausgesät, so daß es im ganzen 43 Versuche gab.

Die Keimlinge wurden von Zeit zu Zeit herauspikiert und später ins Freiland ausgepflanzt. In der nachfolgenden Tabelle 3 ist die Zahl der Keimlinge, die Zahl der Pflanzen, die bis Ende Oktober blühten, und die Zahl der bis dahin nicht blühenden Rosetten angegeben.

Die zweite Aussaat hat durchgängig bessere Keimungsprozente gegeben, und zwar bei dem mit wenig Pollen erzeugten Saatgut verhältnismäßig noch bessere als bei dem mit sehr viel Pollen erzeugten; in der Tabelle sind die beiden Aussaaten aber der Einfachheit halber zusammengefaßt.

Der Unterschied in der Keimkraft zwischen den beiden Samenklassen (2.3 Prozent) ist so klein, daß er ein Spiel des Zufalls sein kann. Ich hatte eigentlich bei den mit viel Pollen erzeugten Samen

Tabelle 3.

♀-Versuchspflanzen	15 d		21 a III		22 b III		25 b I		zusammen	
Pollenmenge	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen
Zahl der Kapseln	4	8	4	7	5	7	4	4	17	26
Zahl der Samen	1769	.1851	1011	1234	458	498	1087	889	4325	4466
Davon gekeimt bis 30. 9.	1198	1304	553	770	201	230	432	310	2384	2514
in Prozent	*67.7*	*69.9*	*55*	*62*	*44*	*46*	*40*	*35*	*55.13*	*57.45*
Bis 30. 9. in Blüte . . .	705	699	268	351	57	68	246	174	1276	1292
in Prozent	*40*	*38*	*27*	*28*	*12*	*14*	*23*	*19*	*29.5*	*28.9*
Rosetten am 30. 9. . . .	466	526	272	396	134	158	182	124	1054	1204
in Prozent	*26*	*29*	*27*	*32*	*29*	*32*	*17*	*14*	*24.4*	*26.9*

als Folge der Konkurrenz eine größere Keimungszahl erwartet, entsprechend dem Vorteil, den ich seinerzeit (1900, S. 432) bei *Mirabilis* beobachten konnte, je nach der Zahl der Pollenkörner, die zur Bestäubung verwendet worden waren. Es mag aber der Nachteil, den der Ausschluß der Konkurrenz bei den mit wenig Pollen erzielten Samen hervorgerufen hat, durch ihre etwas geringere Zahl und die dadurch ermöglichte bessere Ernährung von seiten der Mutterpflanze mehr als ausgeglichen worden sein.

Die ausgepflanzten Sämlinge wurden vom 17. Juni bis 30. September jede Woche am gleichen Tage, also 16 mal, revidiert und dabei die blühenden Pflanzen entfernt. Dies mußte, wie sich bald zeigte, sehr sorgfältig geschehen, denn stärkere, im Boden bleibende Wurzeln ergrünten am Licht und bildeten auffallend leicht Adventivsprosse.

Das Gesamtergebnis war[1]:

Pflanzen aus Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren: 1276, davon 895 Weibchen und 381, also **29.86** Prozent Männchen.

Pflanzen aus Kapseln, die mit wenig Pollen erzeugt worden waren: 1292, davon 737 Weibchen und 555, also **42.96** Prozent Männchen.

Die Differenz der Prozentzahlen ist 13.10.

In der gewohnten Weise auf 100 Weibchen berechnet, entstanden bei reicher Bestäubung 42.57 Männchen, bei armer Bestäubung 75,28 Männchen. Die Differenz beträgt 32.71.

[1] Wir dürfen die Ergebnisse aller vier Versuchsreihen zusammenziehen, weil sich die vier Weibchen hinsichtlich des Geschlechtsverhältnisses genotypisch nicht wesentlich unterschieden, wie aus dem Folgenden noch erhellen wird.

Es fragt sich nun, ob dieser Unterschied noch im Bereich des Zufalls liegt, oder ob er wirklich durch die verschieden große zur Bestäubung verwendete Pollenmenge bedingt sein wird. Das läßt sich rechnerisch entscheiden, wobei wir uns ganz an JOHANNSENS ausgezeichnete »Elemente« halten.

Ziehen wir alle Versuche, die mit sehr viel und die mit wenig Pollen, zusammen, so erhalten wir 2568 Pflanzen, von denen 1632, also 63.55 Prozent, weiblich und 936, also 36.45 Prozent, männlich sind. σ beträgt dann 48.13 Prozent, und m (der mittlere Fehler des Mittelwertes) ist ± 0.95 Prozent. Die Versuche mit sehr viel Pollen umfaßten 1276 Pflanzen, so daß für sie also $m = \pm \frac{48.13}{\sqrt{1276}} = \pm 1.35$ Prozent ist, jene mit wenig Pollen 1292, wofür $m = \pm \frac{48.13}{\sqrt{1292}} = \pm 1.34$ Prozent wird[1].

Der mittlere Fehler jeder der beiden Versuchsreihen beträgt etwa ± 1.345 Prozent; die Abweichung ihres Mittelwertes vom Mittelwert für die Männchen aller Versuche (36.45 Prozent) dürfte also, selbst wenn wir m dreimal nehmen, höchstens ± 4 Prozent, statt ± 6.5 Prozent, betragen.

Wir können aber auch anders verfahren und den mittleren Fehler der Differenz berechnen. Wir haben dann:

Versuchsreihen	Prozent ♀	Prozent ♂	Gesamtzahl n	σ in Prozenten	$\sigma : \sqrt{n} = m$ in Prozenten
Sehr viel Pollen ...	70.14	29.86	1276	45.76	1.28
Wenig Pollen......	57.04	42.96	1292	49.50	1.38

Der mittlere Fehler der Differenz (13.1 Prozent) ist dann also $\pm\sqrt{1.28^2 + 1.38^2} = \pm 1.90$ Prozent, d. h. die Differenz ist fast 7mal größer als ihr mittlerer Fehler[2].

Wir können also nach beiden Berechnungen völlig sicher sein, daß nicht der Zufall, sondern eine innere Verschiedenheit des Materiales den Unterschied bedingt, auch wenn wir erst dann von Sicher-

[1] Man vergleiche dazu JOHANNSENS Elemente der exakten Erblichkeitslehre, II. Aufl., Vorlesung 6, speziell die Prüfung der Verhältniszahlen der Knaben- und Mädchengeburten in der Kopenhagener Gebärstiftung, S. 106 u. f.

[2] Man vergleiche dazu wieder JOHANNSEN, a. a. O., speziell den Vergleich der Zählungen der Flossenstrahlen der Butten von Skagen und aus dem Belt, S. 101 u. f. und der lang- und kurzgriffligen Primelarten S. 108.

heit reden, wenn die Differenz 2- bis 3 mal so groß ist als ihr mittlerer Fehler[1].

Statt die Gesamtzahl der Beobachtungen kritisch zu betrachten, kann man sie auch in eine Anzahl kleinerer Gruppen von Beobachtungen zerlegen und zusehen, ob sich bei diesen dasselbe Verhalten zeigt, wie bei der Gesamtzahl. Je kleiner und damit zahlreicher die Gruppen dabei sind, desto beweisender wird ein positives Ergebnis.

Ich verzichte darauf, das Resultat für jede der 16 Aufnahmen der 43 Versuche mitzuteilen, weil die einzelnen Zahlen gewöhnlich viel zu klein sind (auf die einzelne Aufnahme kommen für jeden Versuch durchschnittlich fünf Pflanzen) und begnüge mich, daraus noch drei Tabellen zusammenzustellen.

Tabelle 4 bringt die Ergebnisse zwar nach den einzelnen Zähltagen getrennt, aber jedesmal die 43 Versuche zusammengenommen. Die Zahl der Pflanzen, die an den einzelnen Tagen untersucht werden konnten, nahmen nach dem Maximum (360), das schon beim vierten Male (8./VII.) erreicht wurde, nach und nach ab und betrug zuletzt nur wenig über 20. Unter diesen Umständen muß es auffallen, daß die Versuche mit wenig Pollen ausnahmslos, auch bei den letzten, kleinsten Zählungen mehr Männchen, in Prozent berechnet, gegeben haben, und zwar, wie die letzte Spalte der Tabelle zeigt, um 2 bis 37 Prozent mehr. Immer wieder überraschte mich diese Tatsache, wenn ich am Schlusse einer Aufnahme aus dem Ergebnis der Einzelversuche das Gesamtergebnis zusammenstellte.

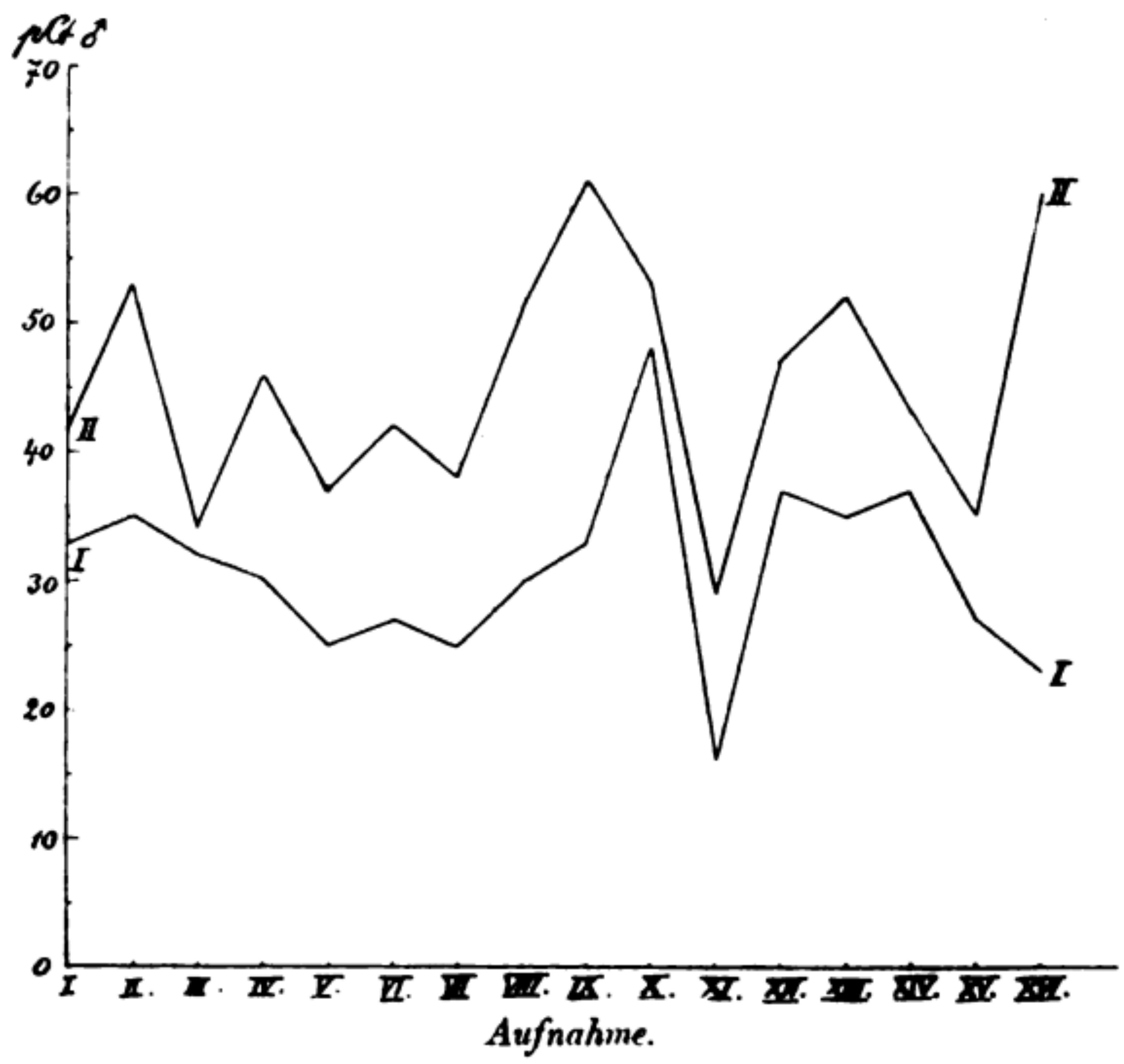
Noch deutlicher als aus der Tabelle geht das aus der nebenstehenden Figur hervor, die ihre Resultate graphisch darstellt. Man sieht auf den ersten Blick, daß die Kurve der Prozentzahl der Männchen

[1] Diese Vorschrift, den Betrag des mittleren Fehlers aufs Doppelte oder Dreifache zu erhöhen, um die Grenze zu erhalten, jenseits derer die Differenz nicht mehr zufälliger Natur ist, könnte Zweifel an der Sicherheit einer derartigen Bestimmung erwecken. *m* geht aus den beobachteten Zahlen hervor; daß die Differenz aber 2- bis 3 mal größer sein muß als *m*, ist doch immer noch eine Vorschrift, die bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist. Man darf aber dabei nicht vergessen, daß die kritische Behandlung des Zahlenmateriales überhaupt keine völlige Sicherheit für das Eintreten des Geschehens gibt. Wenn ich in einem Sack 999 weiße Bohnen und 1 schwarze Bohne habe, so ist es nicht unmöglich, nur äußerst unwahrscheinlich, daß ich 100 mal hintereinander gerade diese schwarze Bohne aus dem Sack heraushole und daraus schließe, es wären nur schwarze Bohnen im Sacke. Sicherheit erhalte ich nur, wenn ich seinen ganzen Inhalt untersuchen kann. Ebensowenig kann rechnerische Untersuchung des Zahlenmateriales beweisen, daß nur der Zufall an einem Ergebnis schuld sei, z. B. an der Differenz zweier Bestimmungen des Geschlechtsverhältnisses, selbst wenn sie mehrmals kleiner ist als *m*. Eine gewisse Sicherheit erhält man erst dann, wenn sich das Beobachtungsmaterial stark vergrößern läßt, ohne daß die Differenz entsprechend kleiner wird.

Tabelle 4.

Alle Versuche zusammengefaßt.

Nummer der Aufnahme und Datum	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen.				Differenz der Prozentzahlen II.—I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	
1. (17. VI.)	57	38	19	*33*	76	44	32	*42*	+ 9
2. (24. VI.)	139	90	49	*35*	128	60	68	*53*	+ 18
3. (1. VII.)	179	121	58	*32*	166	109	57	*34*	+ 2
4. (8. VII.)	188	131	57	*30*	172	93	79	*46*	+ 16
5. (15. VII).	178	133	45	*25*	167	106	61	*37*	+ 12
6. (22. VII.)	150	110	40	*27*	160	93	67	*42*	+ 15
7. (29. VII.)	101	76	25	*25*	128	79	49	*38*	+ 13
8. (5. VIII.)	117	82	35	*30*	103	50	53	*51*	+ 21
9. (12. VIII.)	36	24	12	*33*	28	11	17	*61*	+ 28
10. (19. VIII.)	27	14	13	*48*	30	14	16	*53*	+ 5
11. (26. VIII.)	33	28	5	*16*	38	27	11	*29*	+ 13
12. (2. IX.)	19	12	7	*37*	34	18	16	*47*	+ 10
13. (9. IX.)	20	13	7	*35*	21	10	11	*52*	+ 17
14. (16. IX.)	8	5	3	*37*	14	8	6	*43*	+ 6
15. (23. IX.)	11	8	3	*27*	17	11	6	*35*	+ 8
16. (30. IX.)	13	10	3	*23*	10	4	6	*60*	+ 37
Zusammen . .	1276	895	381	***29.86***	1292	737	555	***42.96***	+ 13.10



Kurven der Prozentzahlen der Männchen nach der Bestäubung:
I. mit sehr viel Pollen, II. mit wenig Pollen.

in den Versuchen mit sehr viel Pollen (I.) die Kurve der Prozentzahl der Männchen in den Versuchen mit wenig Pollen (II.) nirgends berührt oder gar schneidet, so stark die Prozentzahlen auch, meist gleichsinnig, von Aufnahme zu Aufnahme steigen und fallen.

Die Tabelle 4 und die Kurven sprechen fast noch eindringlicher als das Gesamtergebnis dafür, daß innere Ursachen den Unterschied der zwei Versuchsreihen bedingen. Denn die Wahrscheinlichkeit, daß 16 mal hintereinander bloß der Zufall in der ersten Versuchsreihe relativ weniger Männchen gegeben hätte, ist ganz verschwindend gering ($1 : 2^{16}$ oder 1 : 65000).

In Tabelle 5 sind dann die Versuchsergebnisse nach den vier Mutterpflanzen getrennt, dagegen die einzelnen Aufnahmen teilweise in Gruppen oder, bei der Versuchspflanze 22b III. ganz zusammengefaßt worden, um größere Zahlen zu bekommen.

Tabelle 5.

Ergebnisse, die einzelnen Weibchen getrennt aufgeführt.

A. ♀ Versuchspflanze 15 d.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1	46	31	15	*33*	71	43	28	*39*	+ 6
2	101	68	33	*33*	86	46	40	*47*	+14
3	115	74	41	*36*	100	65	35	*35*	− 1
4	112	78	34	*30*	80	44	36	*45*	+15
5	90	67	23	*26*	76	51	25	*33*	+ 7
6	74	45	29	*39*	77	44	33	*43*	+ 4
7. 8	86	62	24	*28*	104	48	56	*54*	+26
9—16	81	54	27	*33*	105	60	45	*43*	+10
Zusammen	705	479	226	*32* $m = \pm 1.8$	699	401	298	*43* $m = \pm 1.9$	+11

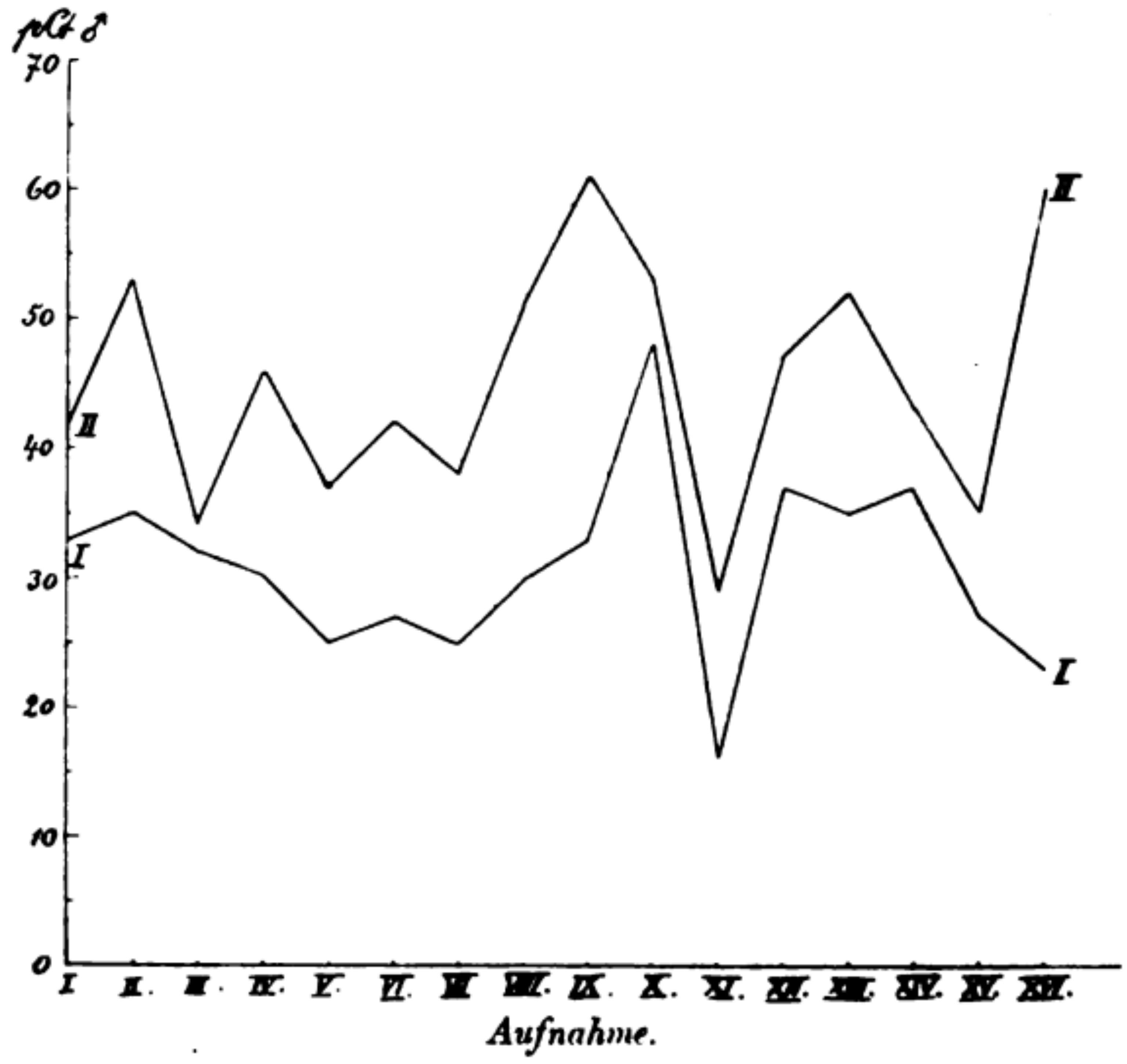
B. ♀ Versuchspflanze 21 a III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—3	50	32	18	*36*	65	31	34	*48*	+12
4, 5	76	55	21	*28*	116	69	47	*41*	+13
6, 7	72	59	13	*18*	105	65	40	*38*	+20
8—16	70	51	19	*27*	65	34	31	*52*	+25
Zusammen	268	197	71	*26* $m = \pm 2.7$	351	199	152	*43* $m = \pm 2.6$	+17

Tabelle 4.

Alle Versuche zusammengefaßt.

Nummer der Aufnahme und Datum	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen.				Differenz der Prozentzahlen II. — I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	
1. (17. VI.)	57	38	19	*33*	76	44	32	*42*	+ 9
2. (24. VI.)	139	90	49	*35*	128	60	68	*53*	+ 18
3. (1. VII.)	179	121	58	*32*	166	109	57	*34*	+ 2
4. (8. VII.)	188	131	57	*30*	172	93	79	*46*	+ 16
5. (15. VII).	178	133	45	*25*	167	106	61	*37*	+ 12
6. (22. VII.)	150	110	40	*27*	160	93	67	*42*	+ 15
7. (29. VII.)	101	76	25	*25*	128	79	49	*38*	+ 13
8. (5. VIII.)	117	82	35	*30*	103	50	53	*51*	+ 21
9. (12. VIII.)	36	24	12	*33*	28	11	17	*61*	+ 28
10. (19. VIII.)	27	14	13	*48*	30	14	16	*53*	+ 5
11. (26. VIII.)	33	28	5	*16*	38	27	11	*29*	+ 13
12. (2. IX.)	19	12	7	*37*	34	18	16	*47*	+ 10
13. (9. IX.)	20	13	7	*35*	21	10	11	*52*	+ 17
14. (16. IX.)	8	5	3	*37*	14	8	6	*43*	+ 6
15. (23. IX.)	11	8	3	*27*	17	11	6	*35*	+ 8
16. (30. IX.)	13	10	3	*23*	10	4	6	*60*	+ 37
Zusammen . .	1276	895	381	***29.86***	1292	737	555	***42.96***	+ 13.10



Kurven der Prozentzahlen der Männchen nach der Bestäubung:
I. mit sehr viel Pollen, II. mit wenig Pollen.

in den Versuchen mit sehr viel Pollen (I.) die Kurve der Prozentzahl der Männchen in den Versuchen mit wenig Pollen (II.) nirgends berührt oder gar schneidet, so stark die Prozentzahlen auch, meist gleichsinnig, von Aufnahme zu Aufnahme steigen und fallen.

Die Tabelle 4 und die Kurven sprechen fast noch eindringlicher als das Gesamtergebnis dafür, daß innere Ursachen den Unterschied der zwei Versuchsreihen bedingen. Denn die Wahrscheinlichkeit, daß 16 mal hintereinander bloß der Zufall in der ersten Versuchsreihe relativ weniger Männchen gegeben hätte, ist ganz verschwindend gering ($1:2^{16}$ oder 1 : 65000).

In Tabelle 5 sind dann die Versuchsergebnisse nach den vier Mutterpflanzen getrennt, dagegen die einzelnen Aufnahmen teilweise in Gruppen oder, bei der Versuchspflanze 22 b III. ganz zusammengefaßt worden, um größere Zahlen zu bekommen.

Tabelle 5.

Ergebnisse, die einzelnen Weibchen getrennt aufgeführt.

A. ♀ Versuchspflanze 15 d.

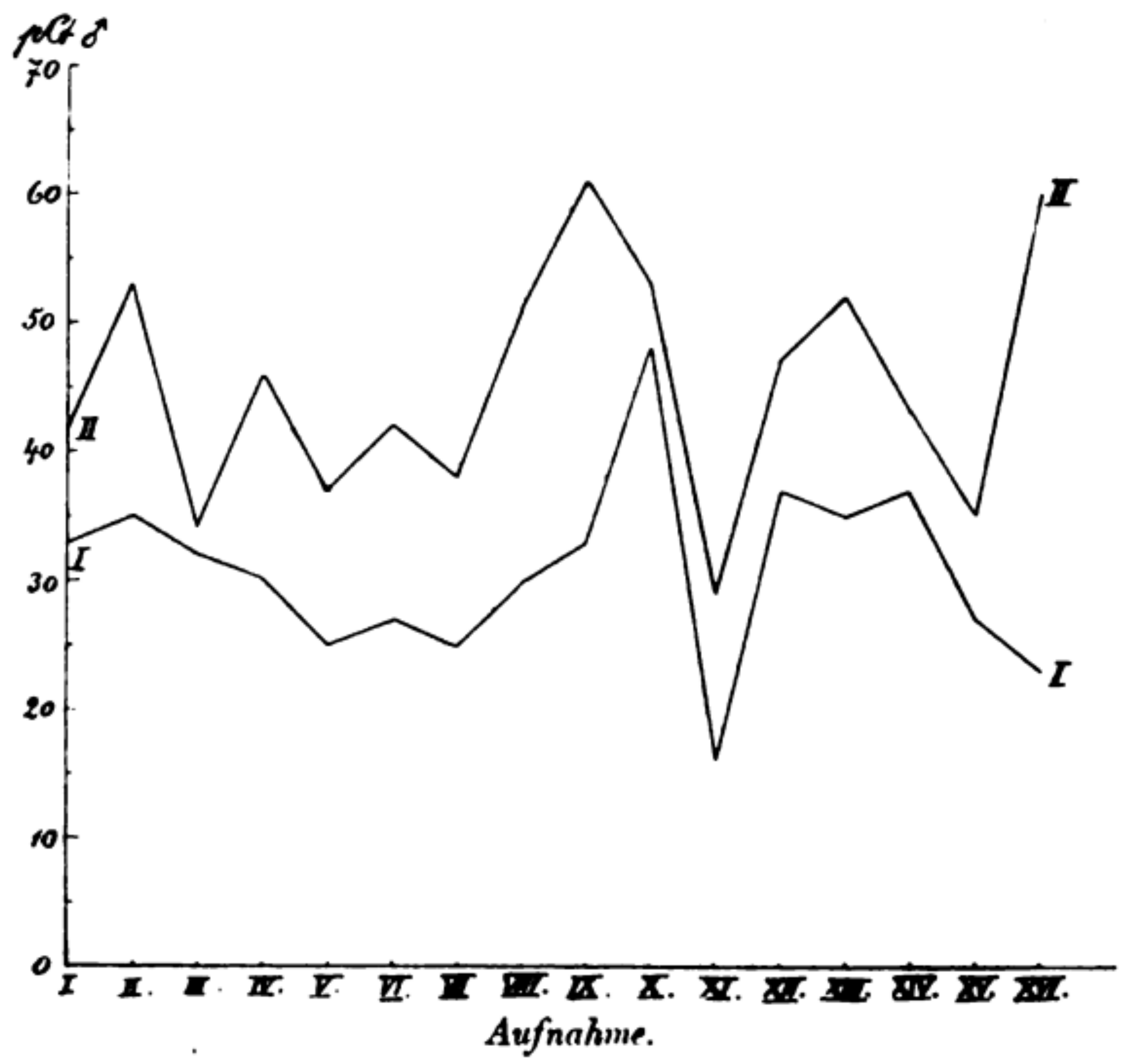
Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1	46	31	15	*33*	71	43	28	*39*	+ 6
2	101	68	33	*33*	86	46	40	*47*	+14
3	115	74	41	*36*	100	65	35	*35*	− 1
4	112	78	34	*30*	80	44	36	*45*	+15
5	90	67	23	*26*	76	51	25	*33*	+ 7
6	74	45	29	*39*	77	44	33	*43*	+ 4
7, 8	86	62	24	*28*	104	48	56	*54*	+26
9—16	81	54	27	*33*	105	60	45	*43*	+10
Zusammen	705	479	226	*32* $m = \pm 1.8$	699	401	298	*43* $m = \pm 1.9$	+11

B. ♀ Versuchspflanze 21 a III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—3	50	32	18	*36*	65	31	34	*48*	+12
4, 5	76	55	21	*28*	116	69	47	*41*	+13
6, 7	72	59	13	*18*	105	65	40	*38*	+20
8—16	70	51	19	*27*	65	34	31	*52*	+25
Zusammen	268	197	71	*26* $m = \pm 2.7$	351	199	152	*43* $m = \pm 2.6$	+17

Tabelle 4.
Alle Versuche zusammengefaßt.

Nummer der Aufnahme und Datum	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen.				Differenz der Prozentzahlen II. — I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	
1. (17. VI.)	57	38	19	33	76	44	32	42	+ 9
2. (24. VI.)	139	90	49	35	128	60	68	53	+ 18
3. (1. VII.)	179	121	58	32	166	109	57	34	+ 2
4. (8. VII.)	188	131	57	30	172	93	79	46	+ 16
5. (15. VII).	178	133	45	25	167	106	61	37	+ 12
6. (22. VII.)	150	110	40	27	160	93	67	42	+ 15
7. (29. VII.)	101	76	25	25	128	79	49	38	+ 13
8. (5. VIII.)	117	82	35	30	103	50	53	51	+ 21
9. (12. VIII.)	36	24	12	33	28	11	17	61	+ 28
10. (19. VIII.)	27	14	13	48	30	14	16	53	+ 5
11. (26. VIII.)	33	28	5	16	38	27	11	29	+ 13
12. (2. IX.)	19	12	7	37	34	18	16	47	+ 10
13. (9. IX.)	20	13	7	35	21	10	11	52	+ 17
14. (16. IX.)	8	5	3	37	14	8	6	43	+ 6
15. (23. IX.)	11	8	3	27	17	11	6	35	+ 8
16. (30. IX.)	13	10	3	23	10	4	6	60	+ 37
Zusammen . .	1276	895	381	29.86	1292	737	555	42.96	+ 13.10



Kurven der Prozentzahlen der Männchen nach der Bestäubung: I. mit sehr viel Pollen, II. mit wenig Pollen.

in den Versuchen mit sehr viel Pollen (I.) die Kurve der Prozentzahl der Männchen in den Versuchen mit wenig Pollen (II.) nirgends berührt oder gar schneidet, so stark die Prozentzahlen auch, meist gleichsinnig, von Aufnahme zu Aufnahme steigen und fallen.

Die Tabelle 4 und die Kurven sprechen fast noch eindringlicher als das Gesamtergebnis dafür, daß innere Ursachen den Unterschied der zwei Versuchsreihen bedingen. Denn die Wahrscheinlichkeit, daß 16 mal hintereinander bloß der Zufall in der ersten Versuchsreihe relativ weniger Männchen gegeben hätte, ist ganz verschwindend gering ($1 : 2^{16}$ oder 1 : 65000).

In Tabelle 5 sind dann die Versuchsergebnisse nach den vier Mutterpflanzen getrennt, dagegen die einzelnen Aufnahmen teilweise in Gruppen oder, bei der Versuchspflanze 22 b III. ganz zusammengefaßt worden, um größere Zahlen zu bekommen.

Tabelle 5.

Ergebnisse, die einzelnen Weibchen getrennt aufgeführt.

A. ♀ Versuchspflanze 15 d.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1	46	31	15	*33*	71	43	28	*39*	+ 6
2	101	68	33	*33*	86	46	40	*47*	+14
3	115	74	41	*36*	100	65	35	*35*	− 1
4	112	78	34	*30*	80	44	36	*45*	+15
5	90	67	23	*26*	76	51	25	*33*	+ 7
6	74	45	29	*39*	77	44	33	*43*	+ 4
7. 8	86	62	24	*28*	104	48	56	*54*	+26
9—16	81	54	27	*33*	105	60	45	*43*	+10
Zusammen	705	479	226	*32* $m = \pm 1.8$	699	401	298	*43* $m = \pm 1.9$	+11

B. ♀ Versuchspflanze 21 a III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—3	50	32	18	*36*	65	31	34	*48*	+12
4, 5	76	55	21	*28*	116	69	47	*41*	+13
6, 7	72	59	13	*18*	105	65	40	*38*	+20
8—16	70	51	19	*27*	65	34	31	*52*	+25
Zusammen	268	197	71	*26* $m = \pm 2.7$	351	199	152	*43* $m = \pm 2.6$	+17

C. ♀ Versuchspflanze 22 b III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II. — I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—16	57	43	14	25 $m = \pm 5.7$	68	44	24	35 $m = \pm 5.8$	+10

D. Versuchspflanze 25 b I.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II. — I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—3	59	42	17	29	42	26	16	38	+ 9
4, 5	68	47	21	31	49	23	26	53	+22
6—8	73	57	16	22	52	30	22	42	+20
9—16	46	30	16	35	31	14	17	55	+20
Zusammen	246	176	70	28 $m = \pm 2.9$	174	93	81	47 $m = \pm 3.8$	+19

Das Ergebnis ist das gleiche wie bei der vorigen Tabelle. Auch bei jeder einzelnen Mutterpflanze gab die erste Versuchsreihe (sehr viel Pollen) stets relativ weniger Männchen als die zweite (wenig Pollen). Das gilt auch für die einzelnen Aufnahmen und die vom Zufall gebildeten Gruppen von Aufnahmen. Nur einmal, bei A 3, kommt eine Ausnahme vor. Hier hat die Bestäubung mit sehr viel Pollen 1 Prozent mehr Männchen gegeben als die mit wenig, bei je etwa 100 Pflanzen (während *m* etwa ± 4.8 Prozent beträgt). Ob die Unterschiede zwischen den Differenzen bei den einzelnen Versuchspflanzen (II. — I. bei A 11, bei B 17, bei C 10, bei D 19 Prozent) zufälliger Natur sind oder auf inneren Ursachen beruhen, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

Endlich sind in Tabelle 6 auch noch die Ergebnisse der einzelnen Versuche (die je einer Kapsel entsprechen) für drei Mutterpflanzen zusammengestellt. Dabei sind alle 16 Aufnahmen zusammengefaßt worden. Eine Versuchspflanze (22 b III) gab so wenig Nachkommen, insgesamt 57 und 68, daß eine Berücksichtigung der einzelnen auf sie fallenden zwölf Versuche zu kleine Zahlen (etwa zehn für jeden) gegeben hätte; sie blieb deshalb weg.

Vergleicht man die Prozentzahlen der Männchen für die einzelnen Versuche, so sieht man, daß sie bei der ersten Versuchsreihe (sehr viel Pollen) von 19 Prozent bis 42 Prozent gehen; die Medianzahl ist 32 Prozent. Bei der dritten Versuchsreihe (wenig Pollen) bewegen sie sich zwischen 31 Prozent und 57 Prozent; die Medianzahl ist 43 Prozent.

Tabelle 6.

Ergebnisse der einzelnen Kapseln.

♀ Versuchs-pflanze	Versuchs-Nr.	Sehr viel Pollen: Zahl der Samen	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Versuchs-Nr.	Wenig Pollen: Zahl der Samen	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.
A. ♀ 15d	36	497	208	143	65	*31*	38	180	63	36	27	*43*
	37	464	184	126	58	*32*	39	210	71	49	22	*31*
	66	412	176	118	58	*33*	40	233	109	62	47	*43*
	67	396	137	92	45	*33*	41	234	74	45	29	*39*
							68	237	87	47	40	*46*
							69	222	94	49	45	*48*
							70	263	110	63	47	*43*
							71	272	91	50	41	*46*
	Zus.	1769	705	479	226	*32*	Zus.	1851	699	401	298	*43*
B. ♀ 21a III	42	261	65	49	16	*25*	44	172	44	29	15	*34*
	43	240	50	36	14	*28*	45	182	45	29	16	*36*
	72	258	86	58	28	*33*	46	183	30	16	14	*47*
	73	252	67	54	13	*19*	74	168	56	25	31	*55*
							75	168	64	40	24	*38*
							76	180	54	28	26	*48*
							77	181	58	32	26	*45*
	Zus.	1011	268	197	71	*26*	Zus.	1234	351	199	152	*43*
D. ♀ 25b I	56	261	37	21	16	*42*	59	227	31	18	13	*42*
	57	256	79	52	27	*34*	60	239	28	12	16	*57*
	58	252	50	39	11	*22*	61	229	50	27	23	*48*
	81	318	80	64	16	*20*	82	204	65	36	29	*45*
	Zus.	1087	246	176	70	*28*	Zus.	899	174	93	81	*47*

Die beiden Medianen liegen also um 12 Prozent auseinander. Die Variationsbreiten der beiden Reihen greifen, wie die nebenstehende Zusammenstellung (Tabelle 7) zeigt, etwas übereinander, was bei der geringen Zahl der Pflanzen in den einzelnen Versuchen nicht weiter verwunderlich ist. Bei den stärkeren Abweichungen, z. B. bei dem Versuch 56 in der I. Reihe (42 Prozent ♂) und den Versuchen 39, 44 und 45 in der II. Reihe (31, 34, 36 Prozent ♂) war die Individuenzahl nur 37, 71, 44 und 45, und der mittlere Fehler der Medianzahlen ist nur wenig kleiner (etwa 6—8 Prozent) als ihre Abweichung. Dabei soll dahingestellt bleiben, ob die Abweichungen nicht außerdem zum Teil dadurch zustande gekommen sind, daß die übrigen Versuchsbedingungen, abgesehen von der Pollenmenge, nicht ganz gleich gestaltet werden konnten.

Tabelle 7.

Prozentzahlen der ♂ der einzelnen Versuche	
	33
	32 33
Versuchsreihe I (sehr viel Pollen)	19 20 . 22 . . 25 . . 28 . . 31 32 33 34 . . . . 42 . . . .
Versuchsreihe II (wenig Pollen)	. . . . 31 . . 34 . . . 38 39 . . 42 43 . 45 46 47 48 . . . . . . 55 . 57
	43 45 46 48
	43 48
	43

III. Allgemeines.

1. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen unserer beiden Versuchsreihen ist also sicher nicht zufälliger Natur. Es kann sich höchstens noch darum handeln, ob er wirklich auf die verschiedene Menge Pollen zurückzuführen ist, oder ob eine andere Ursache daran schuld sein kann. Ich will gerne zugeben, daß die einzelnen Bestäubungen in mancher Hinsicht, z. B. nach dem Alter des Pollens und der Samenanlagen, noch gleichartiger hätten sein können. Obschon bisher (von Strasburger und anderen) kein Einfluß dieser Faktoren festgestellt werden konnte, ist es ja nicht unmöglich, daß sich bei weiteren Untersuchungen doch noch ein solcher herausstellt. Es könnten aber nach den bisherigen negativen Ergebnissen nur große Ungleichheiten bei der Versuchsausführung in Frage kommen, während wir gleiche Bedingungen anstrebten, und es sich deshalb bei unseren Versuchen nur um geringe und zufällige Ungleichheiten handeln würde. Sie hätten zudem in beiden Versuchsreihen gleichmäßig eintreffen und sich so ausgleichen müssen, da die Zahl der Einzelversuche — 17 in der ersten und 26 in der zweiten Reihe — dafür groß genug war.

Die Wirkung der zunehmenden Menge des Pollens muß auf eine weitere Begünstigung der schon im Vorteil befindlichen Pollensorte hinauslaufen, und dieser Vorteil kann kaum auf etwas anderem beruhen, als auf der Fähigkeit, schneller auszukeimen oder rascher wachsende Schläuche zu bilden. Ob dem wirklich so ist, wird sich wohl experimentell prüfen lassen; ich hoffe darauf zurückkommen zu können. Neben dieser schon früher (S. 694) erörterten direkten Wirkung der Zahl könnte auch das doch nur begrenzte Quantum Nährstoffe eine Rolle spielen, das für die Schlauchbildung der Pollenkörner in den Narben bzw. Griffeln vorhanden ist. Auch dann wären natürlich die rascher keimenden Körner und die schneller wachsenden Schläuche im Vorteil.

2. Die erzielte Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses um 13 Prozent scheint auf den ersten Blick klein zu sein, wenn wir an die Extreme denken, die gerade bei unserer Versuchspflanze gelegentlich, besonders von SHULL, beobachtet worden sind, und auf die wir schon hingewiesen haben (S. 699). Wir dürfen aber nicht vergessen, daß es sich dabei um Familien handelte, in denen mindestens ein Elter, meist wohl alle beide verschieden gewesen sind, so daß jedenfalls erbliche Unterschiede eine Rolle spielten, während wir diese genotypischen Unterschiede völlig ausschlossen. um die Wirkung der einen äußeren Bedingung möglichst rein vor uns zu haben.

Warum STRASBURGERS entsprechende Versuche ergebnislos blieben, wie wir schon sahen (S. 696), muß dahingestellt sein, vielleicht nur, weil die Zahlen zu klein waren (272 und 262 insgesamt).

3. Wenn die Zahl der Pollenkörner, die zur Bestäubung verwendet wurden, das Geschlechtsverhältnis beeinflußt, ist das noch deshalb besonders wichtig, weil dabei jede Änderung in der Tendenz oder Valenz der Keimzellen ausgeschlossen ist.

Solchen Änderungen haftet zur Zeit wohl noch etwas Unsicheres an, wie die Tatsache zeigt, daß R. HERTWIGS schon erwähnter, allbekannter Versuch mit überreifen Froscheiern so verschiedene Deutungen erfahren konnte. Wenn man, wie wir, ohne sie auskommen kann, ist alles viel einfacher.

Unser Versuchsergebnis fordert ferner dies Vorhandensein von mindestens zweierlei verschiedenen männlichen Keimzellen. Nur dann kann ihre absolute Zahl eine Rolle spielen. Sind alle Keimzellen gleich, so kann die Konkurrenz keine Verschiedenheiten veranlassen. Es ist das ein Beweis dafür, daß das *Melandrium*-Männchen heterogametisch ist, wie es ja aus BAURS und SHULLS Versuchen hervorgeht, übrigens auch schon daraus zu schließen war, daß sich bei meinem Bastardierungsversuch mit der zwittrigen *Silene viscosa* (1907, S. 32) das *Melandrium*-Weibchen als homogametisch erwies[1].

4. Wie weit sich der Einfluß des Zahlenverhältnisses, in dem männliche und weibliche Keimzellen zusammengebracht werden, auch an anderen Objekten nachweisen läßt, speziell, ob auch im Tierreich das Geschlechtsverhältnis von der Menge des Spermas abhängig ist, muß einstweilen dahingestellt bleiben. Wenn die sinnreiche Annahme SCHLEIPS und FR. LENZ' zutrifft, daß die Beschwerung mit dem Heterochromosom die Bewegungsfähigkeit der weibchenbestimmenden Sper-

[1] Die umgekehrte Verbindung (*S. viscosa* mit *M. album* bestäubt) ist mir nie geglückt. Die Embryonen entwickeln sich zwar ziemlich weit, sterben dann aber lange vor der Samenreife ab.

mien herabsetzt und so ein Überwiegen des prävalenten männlichen Geschlechtes zustandekommt, müßte sogar ein positives Ergebnis durch Änderung der Zahl der Spermien zu erzielen sein. Vielleicht erklärt sich die von Düsing (1884, S. 294) festgestellte Wirkung stärkerer Beanspruchung bei Pferden so. Die Zahl der männlichen Fohlen nimmt zu, je mehr Stuten der Hengst gedeckt hat. Düsing sucht das durch das geringere Alter des Spermas zu erklären. Es sinkt aber mit der stärkeren Beanspruchung wohl auch seine Menge. (Die Sachlage ist dadurch kompliziert, daß beim Pferd das weibliche Geschlecht etwas im Vorteil ist, die gesteigerte Inanspruchnahme aber mehr Hengstfohlen gibt. Ich komme darauf [S. 714] kurz zurück.)

Nötig ist ein positiver Erfolg bei anderen Objekten selbstverständlich nicht. Es wird bei den Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes ja nicht überall eine Eigenschaft an der Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis schuld sein, auf die das Zahlenverhältnis von Männchenbestimmern und Weibchenbestimmern bei der Befruchtung so von Einfluß ist wie bei unseren Versuchspflanzen, wo es sich wahrscheinlich um die Schnelligkeit der Schlauchbildung handelt. Wenn z. B. schon bei der Ausbildung der Keimzellen mehr Männchenbestimmer als Weibchenbestimmer zugrunde gehen, werden später die Weibchen entsprechend überwiegen müssen; das Zahlenverhältnis, in dem die männlichen und weiblichen Keimzellen zusammengebracht werden, ist dann aber ohne Einfluß. Es bleibt sich z. B. gleich, ob 90 männchenbestimmende und 100 weibchenbestimmende Pollenkörner auf die Narbe gebracht werden, oder 900 und 1000.

Ja, der Erfolg braucht nicht einmal bei allen *Melandrium*-Sippen gleich groß zu sein. Der Unterschied zwischen den beiderlei Keimzellen, auf den die Konkurrenz wirkt und der natürlich erblich festgelegt ist, braucht ja nicht immer gleich groß auszufallen; er könnte stärker oder schwächer ausgebildet sein, auch einmal ganz fehlen, je nach der Sippe, und deshalb könnte auch die Konkurrenz stärker oder schwächer wirken oder auch einmal ganz wirkungslos sein.

5. Vergleicht man unsere zwei Verhältniszahlen, 29.86 und 42.96 Prozent Männchen, mit jenen, die andere Beobachter im Freien und in Kulturen festgestellt haben, vor allem mit den Zahlen Strasburgers und Shulls (S. 698), so fällt sofort auf, daß das mit wenig Pollen erzielte Geschlechtsverhältnis (rund 43 Prozent) dem durchschnittlichen Verhältnis von 43 bis 44 Prozent Männchen ganz auffallend entspricht, und daß das mit sehr viel Pollen erhaltene (rund 30 Prozent Männchen) stark abweicht. Das könnte den Eindruck hervorrufen, als ob nicht, wie ich von vornherein erwartet hatte, auch

die Ausschaltung, sondern nur die Steigerung der Konkurrenz unter den Pollenkörnern oder Pollenschläuchen einen Erfolg gehabt habe. Um das behaupten zu können, müßten wir aber ein »normales« Geschlechtsverhältnis für unsere einzelnen Versuchspflanzen haben; mit den Durchschnittszahlen durch ganze Populationen ist eigentlich nichts anzufangen. Tatsächlich liegen die Verhältnisse eben so, daß man überhaupt nicht mehr von einem »normalen« Geschlechtsverhältnis reden kann — auch nicht für die Nachkommen eines bestimmten Elternpaares —, sobald einmal festgestellt ist, daß äußere Bedingungen, hier die Pollenmenge, von Einfluß auf das Verhältnis sind. Bei welchem Quantum Pollen sollte es entstehen?

Man könnte sagen: bei der Menge, die in der freien Natur auf die Narben übertragen wird. Aber auch diese wird, je nach der Zahl der Besucher und ihrer Eignung zur Pollenübertragung, von Blüte zu Blüte schwanken. Ein Normalverhältnis, das wir dem Vergleich zugrunde legen könnten, käme deshalb auch nicht heraus, wenn wir die 4 Weibchen und das Männchen unserer Versuche, genügend weit von anderen Stöcken entfernt, dem Insektenbesuch frei überlassen könnten.

Man wird also aus dem Vergleich unserer Ergebnisse mit dem Durchschnittswert früherer Zählungen höchstens den Schluß ziehen dürfen, daß unsere 2. Versuchsreihe (Bestäubung mit wenig Pollen) den Bedingungen im Freien viel näher kommt, als die erste (Bestäubung mit sehr viel Pollen), falls unsere Pflanzen nicht in ihrer genotypischen Veranlagung wesentlich vom Durchschnitt abweichen, was unwahrscheinlich ist.

Es ist eine Aufgabe für später, nicht bloß mit zwei Extremen zu arbeiten, sondern verschiedene, abgestufte Pollenmengen zu verwenden und so eine Kurve der Prozentzahlen für ein bestimmtes Geschlecht zu bekommen. Aus dem Verlauf dieser Kurve wird sich dann der Einfluß der Konkurrenz genauer feststellen und sich z. B. sagen lassen, ob die Zunahme der Weibchen parallel der Zunahme der Pollenmenge geht oder rascher oder langsamer steigt, wo das Maximum der Wirkung der Konkurrenzsteigerung liegt usw.[1]. Schon eine weitere Zahl würde vielleicht einigen Aufschluß geben. Das ließ mich bedauern, daß wir nicht auch das Geschlechtsverhältnis der Nachkommen aus jenen Kapseln unserer Versuchspflanzen kennen, die mit dem Pollen je einer ganzen Anthere erzeugt worden waren.

[1] Eine solche Untersuchung wird aber sehr große Anforderungen an Zeit, Platz und Geduld stellen. Wenn man die Differenz von 13 Prozent in 13 verschiedene Stufen zerlegen wollte, die je um 1 Prozent mehr Weibchen enthielten, und wenn man das Dreifache des mittleren Fehlers als genügende Sicherheit ansehen würde, müßten für jede Stufe etwa 15000 Individuen aufgezogen werden. Die Hauptschwierigkeit liegt aber darin, daß so viel Nachkommen, als zu allen Versuchen nötig wären, nicht von einem einzigen Elternpaar erhalten werden können.

6. Wenn wir diese Fragen einstweilen auch nicht entscheiden können, eines ist schon sicher: Die Weibchenbestimmer bleiben im Vorteil, auch wenn man den weiblichen Keimzellen beiderlei Sorten männliche im günstigsten Zahlenverhältnis bietet. Trotz des Ausschlusses aller Konkurrenz tritt doch nicht das mechanische Zahlenverhältnis der Geschlechter rein auf. Es müssen also auch bei *Melandrium* beim Zustandekommen des Geschlechtsverhältnisses noch andere Faktoren mit im Spiele sein, genotypischer oder phänotypischer Art. Der Möglichkeiten sind ja viele. So könnten schon unter den auf die Narbe gebrachten tauglichen Pollenkörnern die Weibchenbestimmer in der Überzahl sein, weil mehr Männchenbestimmer während der Entwicklung zugrunde gehen oder untauglich werden. Oder es könnten die männlichen Embryonen eine geringere Resistenz besitzen usw. Dabei spielt vielleicht wieder die Konkurrenz (um die Ernährung) eine Rolle.

Es ist auch gut möglich, vielleicht wahrscheinlich, daß nicht alle Faktoren gleichsinnig wirken, sondern zum Teil gegeneinander. Dafür dürften z. B. die statistischen Angaben Düsings über das Geschlechtsverhältnis beim Pferde sprechen, wo einerseits das durchschnittliche Verhältnis etwas mehr Weibchen als Männchen aufweist (51 Prozent ♀ zu 49 Prozent ♂), anderseits, wie schon erwähnt, mit der Inanspruchnahme des Hengstes die Zahl der männlichen Fohlen zunimmt und etwas über 50 Prozent steigt. Noch deutlicher ist das beim Menschen, wo, wenigstens beim Europäer, mindestens eine Ursache auf einen Knabenüberschuß hinarbeitet, und eine andere — die größere Sterblichkeit der Knaben — auf ein Überwiegen der Mädchen.

7. Heyer hatte aus seinen Versuchen geschlossen, daß die Erzeugung der beiden Geschlechter nach einem Gesetze erfolge, das jeder getrenntgeschlechtlichen Art innewohne, ein ihr »immanentes Moment« sei (1884, S. 90), mit anderen Worten, daß das Geschlechtsverhältnis vererbt würde. Düsing dagegen hatte behauptet, daß keine Rede von einer Vererbung des Geschlechtes sein könne; es vererbe sich zwar die Art und Weise, wie sich das eine oder andere Geschlecht ausbilde, das Zusammenwirken äußerer Umstände führe aber die Entscheidung über das Geschlecht herbei (1884, S. 289).

Beide haben, wie wir jetzt sagen können, recht und unrecht[1]. Die Sache liegt bei dem Geschlechtsverhältnis nicht anders, wie bei

[1] Daß Heyers Arbeit als wissenschaftliche Leistung über der Düsings steht, wird davon nicht berührt. Sie liest sich heute, nach mehr als 30 Jahren, noch modern, von einzelnen Ausdrücken, wie dem oben zitierten vom »immanenten Moment«, abgesehen.

den übrigen Eigenschaften einer Sippe; vererbte Anlagen und äußere Einflüsse bringen es gemeinsam hervor. Es ist natürlich ausgeschlossen, daß die Fähigkeit, eine bestimmte Prozentzahl Männchen hervorzubringen, **direkt** vererbt wird, indem eine besondere Anlage, ein »Gen«, für die betreffende Zahl vorhanden ist. Durch Potenzen ist, außer der Bildungsweise der Keimzellen, nur bestimmt, wie ihre Entwicklung abläuft, und wie sie und die Zygoten (Embryonen) auf Einflüsse von außen reagieren. Das genügt aber schon, um jedes Geschlechtsverhältnis hervorzubringen, sobald sich die zwei Sorten Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes gewissen äußeren Bedingungen gegenüber genügend verschieden verhalten, oder die beiderlei Individuen es tun, die aus ihrer Vereinigung mit den Keimzellen des homogametischen Geschlechts entstehen[1]. Vererbt wird z. B. nach unserer Annahme, daß die Pollenschläuche, welche die weibchenbestimmenden Keimzellen bei *Melandrium* zu den Eizellen befördern, etwas rascher wachsen als die, welche die männchenbestimmenden hinabbringen. Daraus ergibt sich dann schon nicht nur ein Überwiegen der Weibchen überhaupt, sondern auch — da der Unterschied in der Schnelligkeit erblich festgelegt ist — ein Einfluß auf die Verhältniszahl der Geschlechter, der bei gleichen äußeren Bedingungen immer wieder gleich groß ausfällt und die gleichen Zahlen hervorbringt.

Wenn große Zählungen verschiedener Autoren an verschiedenem Material Resultate gaben, die nicht mehr voneinander abweichen, als der Zufall verschulden wird — man erinnere sich an Strasburgers und Shulls Zählungen —, so kann das nur daher kommen, daß auch hier, wie sonst, die Stärke der äußeren Einflüsse um einen häufigsten Mittelwert schwankt (Klebs), und sich die selteneren und extremen in der einen und der anderen Richtung aufheben. Genau ebenso werden sich auch die genotypischen Unterschiede in der Tendenz, die zwischen den Sippen derselben Art bestehen, verhalten; auch sie werden um so seltener sein, je extremer sie sind, und sich ausgleichen, sobald die Zahl der untersuchten Individuen groß genug ist. Dafür spricht schon die bereits S. 698 erwähnte Kurve, die Shull für die Prozentzahlen an Weibchen bei seinen 135 *Melandrium*-Familien gibt, wenn ein Teil der Unterschiede auch phänotypischer Natur und rein zufällig sein wird.

---

[1] Natürlich brauchen mit Änderungen der äußeren Bedingungen — obwohl sie alle für die Entwicklung nötig sind — nicht auch merkliche Änderungen der Eigenschaften einzutreten. Es werden deshalb durchaus nicht bei allen möglichen Versuchen sichere positive Resultate zu erhalten sein, wenn man sie auch noch so umfangreich anstellt.

8. Neben den genotypischen Potenzen der Eltern und den äußeren Einflüssen bleibt den unkontrollierbaren Einwirkungen, die wir Zufall nennen, eine sehr wichtige Rolle zugeteilt. Wie groß bei unserem *Melandrium* ihre Wirkung noch ist, geht daraus hervor, daß auch bei der größten Pollenmenge, also bei der schärfsten Konkurrenz — etwa 150 Pollenkörner auf eine Samenanlage —, die weibchenbestimmenden Spermakerne nicht allein zur Befruchtung kommen, trotz ihrer unleugbaren Bevorzugung vor den männchenbestimmenden, sondern immer noch etwa 30 Prozent Männchen entstehen. Die Annahme, daß ein größerer Teil der männchenbestimmenden männlichen Keimzellen vor der völligen Ausbildung zugrunde gehe, die das Überwiegen der Weibchen auch bei einer Herabsetzung der Konkurrenz bis zu deren völligem Ausschluß erklären würde, hilft hier, bei der Zunahme der Konkurrenz nicht weiter. Sobald die Schnelligkeit der Schlauchbildung verschieden ist, und die Zahl der Pollenkörner überhaupt groß genug, bleibt es sich gleich, ob gleich viel Weibchenbestimmer und Männchenbestimmer oder mehr Weibchenbestimmer auf die Narbe kommen. Der auf inneren Ursachen beruhende, erbliche Vorteil der einen Sorte männlicher Keimzellen vor der anderen kann also nur gering sein, so daß der Zufall immer noch einer ganzen Menge Keimzellen der anderen Sorte zum Ziel verhilft. Und ähnlich liegt die Sache gewiß auch in anderen Fällen. Man vergegenwärtige sich z. B. die gewaltige Menge Spermien, die oft um ein einziges Ei konkurrieren, und daß schließlich das prävalente Geschlecht doch nur in einem geringen Überschuß entsteht.

Solange aber die unkontrollierbaren Bedingungen des Zufalls eine Rolle spielen, sind wir von einer Beherrschung des Geschlechtsverhältnisses und damit der Geschlechtsbestimmung weit entfernt, trotz einzelner Erfolge, wie in den eben mitgeteilten Versuchen. Einstweilen können wir nur die Chancen des einen Geschlechtes durch unsern Eingriff verbessern.

Literaturverzeichnis.

Im allgemeinen muß auf die neuen Lehrbücher der Vererbungslehre von Baur, Goldschmidt, Häcker und Johannsen verwiesen werden. Ferner auf Correns-Goldschmidts Vererbung und Bestimmung des Geschlechts, Berlin 1913, die Physiologie der Zeugung von E. Godlewski jun. im Handbuche der vergleichenden Physiologie von Winterstein (Bd. III, 1914) und Schleips weiter unten angeführtes Sammelreferat. Im folgenden sind im wesentlichen nur Spezialarbeiten über *Melandrium* und einige neueste Arbeiten zitiert.

E. Auerbach, 1912. Das wahre Geschlechtsverhältnis des Menschen. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie IX, S. 10.

F. Baltzer, 1914. Die Bestimmung des Geschlechts nebst einer Analyse des Geschlechtsdimorphismus bei *Bonellia*. Mittell. Zool. Stat. Neapel Bd. 22, S. 1.

E. BAUR, 1912. Ein Fall von geschlechtsbegrenzter Vererbung bei *Melandrium album*. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre VIII, S. 335.

G. BRUNELLI, 1915. La determinazione del sesso studiata nell' economia della specie. Racolta di memorie biologiche n.° 1, Roma.

C. CORRENS, 1900. Über den Einfluß, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner auf die Nachkommenschaft hat. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XVIII, S. 422.

—, 1902. Scheinbare Ausnahmen von der MENDELschen Spaltungsregel für Bastarde. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XX, S. 159.

—, 1905. Gregor Mendels Briefe an Carl Nägeli 1866—1873. Abhandl. d. K. S. Gesellsch. d. Wissensch., math.-phys. Kl. XXIX, III.

—, 1907. Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. Berlin.

—, 1908. Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung der gynodiözischen Pflanzen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XXVIa, S. 686.

C. DÜSING, 1884. Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses. Jenaer Zeitschr. f. Naturwissensch. XVII, N. F. X. Zitiert nach dem Sonderabzuge.

GIROU DE BUZAREINGUES, 1831. Suites des Expériences sur la Génération des Plantes. Ann. Sc. Natur. XXIV, S. 138.

—, 1833. Expériences sur la Génération des Plantes. Ebenda XXX, S. 398.

R. GOLDSCHMIDT, 1916. A preliminary report on further experiments in inheritance and determination of Sex. Proc. Nat. Acad. of Sciences 2, S. 53.

F. HEYER, 1884. Untersuchungen über das Verhältnis des Geschlechts bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen. Ber. d. landw. Instit. d. Univ. Halle, V. Heft.

H. HOFFMANN, 1871. Zur Geschlechtsbestimmung. Botan. Zeitung Bd. 29, Sp. 81.

W. JOHANNSEN, 1913. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. II. Aufl., Jena. Die I. Auflage erschien 1909.

FRITZ LENZ. 1912. Idioplasmatische Ursachen der Sexualcharaktere des Menschen. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie IX, S. 545.

H. VON MALSEN, 1906. Geschlechtsbestimmende Einflüsse und Eibildung des *Dinophilus apatris*. Archiv f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 69.

J. C. H. DE MEIJERE, 1911. Über getrennte Vererbung der Geschlechter. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie VIII, S. 553.

S. NEWCOMB, 1904. A Statistical Inquiry into the Probability of Causes of the Production of Sex in Human Offspring. Carneg. Inst. of Washington, Publ. No. 11.

A. SPRECHER, 1913. Recherches sur la variabilité des sexes chez *Cannabis sativa* L. et *Rumex Acetosa* L. Ann. Sc. Natur. Botan. 9e série, XVII, S. 254.

E. STRASBURGER, 1900. Versuche mit diözischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biol. Centralbl. XX, S. 657.

W. SCHLEIP, 1912. Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreiche. Ergebn. u. Fortschritte d. Zoologie III, 3, S. 165.

G. H. SHULL, 1910. Inheritance of Sex in *Lychnis*. Botan. Gaz. IL, S. 110.

—, 1911. Reversible Sex-mutants in *Lychnis dioica*. Botan. Gaz. LII, S. 329.

—, 1914. Sex-limited inheritance in *Lychnis dioica*. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre XII, S. 265.

M. VAERTING, 1917. Der Männermangel nach dem Kriege. Der Arzt als Erzieher, Heft 40.

Erläuterung der Geschützbeschreibung bei Vitruvius X 10—12.

Von Dr. phil. h. c. E. SCHRAMM.
Generalleutnant z. D. in Dresden.

(Vorgelegt von Hrn. DIELS.)

Vorwort.

Als ich 1903/04 die Kriegsschriftsteller des Altertums übersetzte, geschah dies, um eine Unterlage für die Rekonstruktion der von ihnen beschriebenen Geschütze zu haben. Der Gedanke an eine Veröffentlichung der Übersetzungen lag mir fern.

Jetzt sind die Geschütze fertig bis auf das in Arbeit befindliche Trajanssäulengeschütz, dem Ersatzbau für das anderweitig verwendete Übergangsgeschütz, und die in Arbeit befindliche römische Armbrust. Die Vitruvübersetzung des Hrn. Dr. phil. J. PRESTEL, Architekt, Straßburg, regt mich an, nunmehr gleichfalls die Kap. X—XII (13—15) des X. Buches von Vitruv zu veröffentlichen, um zu zeigen, daß man nach den Angaben Vitruvs kriegsbrauchbare Geschütze bauen kann.

Der Techniker soll aber nicht ohne die wissenschaftliche Beratung des Philologen vorgehen, sonst sind Irrtümer nur zu leicht möglich. Erst nachdem auf meine Bitte Hr. DIELS die große Güte hatte, die Texte zu prüfen und alle Unstimmigkeiten auszuschalten, wird der Kommentar veröffentlicht.

Meinen herzlichsten Dank spreche ich ihm auch an dieser Stelle aus, ich habe aber die Hoffnung, daß ihm die Wissenschaft gleichfalls danken wird.

Vitruv hat seine Geschützkenntnis von den Griechen.

Er verwendet griechische Bezeichnungen für einzelne Teile derselben.

Bei Maßangaben bedient er sich öfters griechischer Zahlzeichen.

Deshalb ist ein Verständnis Vitruvs ohne genaue Kenntnis der griechischen Geschütze nicht möglich.

Vitruv gibt seine Geschützbauvorschrift X. Buch, Kap. XIII und XIV, so: »daß auch diejenigen, welche keine Geometrie verstehen, bei Kriegsgefahr nicht erst nachzudenken brauchen[1].«

Deshalb ist jede einzelne Angabe von ihm einfach und verständlich.

Die Texte enthalten einige wenige Lücken und Unklarheiten.

Dieselben lassen sich mit Ausnahme eines einzigen Falles (Verbindung der Hemitonia mit der Klimax) durch die Angaben Herons und Philons ergänzen.

In dem erwähnten zweifelhaften Falle ist die Lösung wenigstens soweit möglich, daß man sich ein Bild von der Konstruktion machen kann.

Das Verständnis aller Einzelheiten der Kap. XIII und XIV ist nur möglich mit einem gleichzeitigen Bau des betreffenden Geschützes an der Hand der Vorschrift. Die Rekonstruktionen haben den Beweis erbracht, daß man nach den Angaben Vitruvs kriegsbrauchbare Geschütze bauen kann.

Der Beweis, daß die Angaben Vitruvs richtig sind, ist durch das Ampurisasgeschütz erbracht worden.

Die von Vitruv angewendeten Zahlzeichen sind folgende:

Iϛ, Iϙ	=	1/16
Γ	=	3/16
δ, 9, ÷	=	4/16 = 1/4
ϵ, E	=	5/16
ϛ, ϙ, F	=	6/16
ζ, Z	=	7/16
S	=	8/16 = 1/2
γϛ, Γϙ	=	9/16
γζ, ΓZ	=	10/16 = 5/8
S÷, S9	=	12/16 = 3/4
⁙	=	5/12
⁙:	=	7/12
(FZ	=	10″?)

[1] Siehe Text S. 11, 3. ? v. u.

Cap. XIII. (10 Schneider. — 15 Rode.)

Omnes proportiones eorum organorum ratiocinantur ex proposita sagittae longitudine, quam id organum mittere debet.

Ejusque nonae partis sit foraminum in capitulis magnitudo, per quae tenduntur nervi torti qui brachia continent.

Ipsum tamen debent eorum foraminum ⟨magnitudine⟩ capituli deformari altitudo et latitudo.

Tabulae quae sunt in summo et in imo capituli peritretique vocantur, fiant:

Crassitudine unius foraminis,

latitudine unius et ejus dodrantis,

in extremis foraminis unius et ejus S.

Parastaticae dextra ac sinistra praeter cardines altae foraminum quatuor,

crassae foraminis quinum,

cardinis foraminis dimidii,

a parastata ad foramen spatium foraminis 9,

a foramine ad medianam parastatam item foraminis 9,

Latitudo parastados mediae unius foraminis et ejus I S ÷,

Alle Abmessungen derselben ergeben sich aus der gegebenen Länge des Pfeiles, den das betreffende Geschütz schießen soll.

Der neunte Teil davon sei die Größe des Durchmessers der Bohrungen in den Kammern, durch welche die Sehnenstränge gezogen sind, die die Arme enthalten.

Höhe und Breite der Kammer müssen nach dem Durchmesser (Kaliber) dieser Bohrungen selbst festgestellt werden.

Die oberen und unteren Querschwellen der Kammer, Peritrete genannt, seien:

Dicke: 1 K. (Kaliber)[1],

Breite: $1\frac{3}{4}$,

an den Enden: $1\frac{1}{2}$.

Rechter und linker Seitenständer, ohne Zapfen: 4 hoch[2],

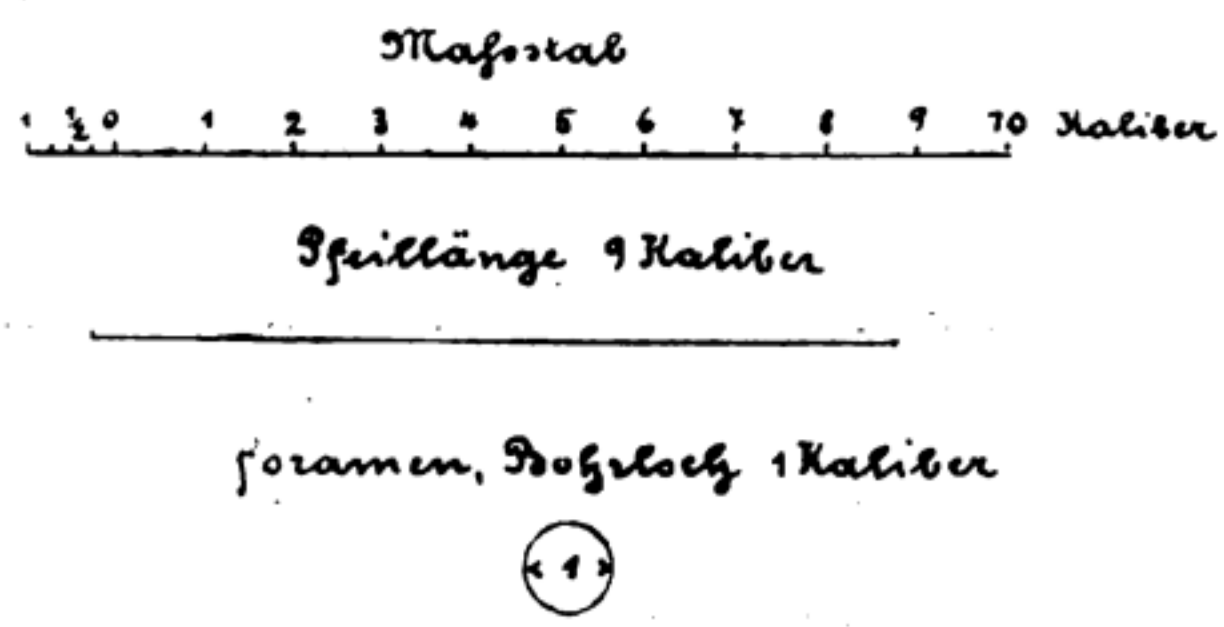
$\frac{5}{8}$ dick (Philon ebenso),

Zapfen: $\frac{1}{2}$,

Abstand Seitenständer bis Loch: $\frac{1}{4}$[3],

Loch bis Mittelständer: auch $\frac{1}{4}$,

Breite des Mittelständers: $1\frac{3}{4}$[4],



[1] Die Länge fehlt. Sie setzt sich zusammen aus:

2 × der Dicke der Seitenständer....	$2 \cdot \frac{5}{8}$	$= \frac{10}{8}$
2 × dem Kaliber der Bohrlöcher....	$2 \cdot 1$	$= 2$
4 × Abstand Loch bis Ständer......	$4 \cdot \frac{1}{4}$	$= 1$
Breite des Mittelständers...........		$1\frac{3}{4}$
Summe....		6

[2] Breite $1\frac{1}{2}$ ergibt sich aus der Breite der Peritreten an den Enden.

[3] Bei geringerem Abstand würden sich die Spannsehnenbündel an den Ständern reiben, bei größerem Abstand würden die Peritreten stärker in Anspruch genommen werden, als ihrer Dicke entspricht.

Die Bohrlöcher werden zunächst zylindrisch durchgebohrt, so daß die Angabe $\frac{1}{4}$ für den Abstand oben und unten stimmt. Dann werden sie ein wenig konisch nach dem Innern der Kammer erweitert, denn sonst würden sich die Spannsehnenbündel in ihnen reiben.

[4] Notwendig, weil er 2 Mittelständer (bei den Griechen) ersetzen und in seinem Ausschnitt die Pfeife aufnehmen muß.

Crassitudo foraminis unius,

Intervallum, ubi sagitta collocatur in media parastade, foraminis partis quartae.

Anguli quattuor, qui sunt circa, in lateribus et frontibus laminis ferreis et stilis aereis aut clavis configantur.

Canaliculi, qui graece CΥΡΙΓΞ dicitur longitudo foraminum XVIIII,

regularum quas nonnulli bucculas appellant, quae dextra ac sinistra canalem figuntur foraminum XVIIII ⟨longitudo⟩ (Marini),

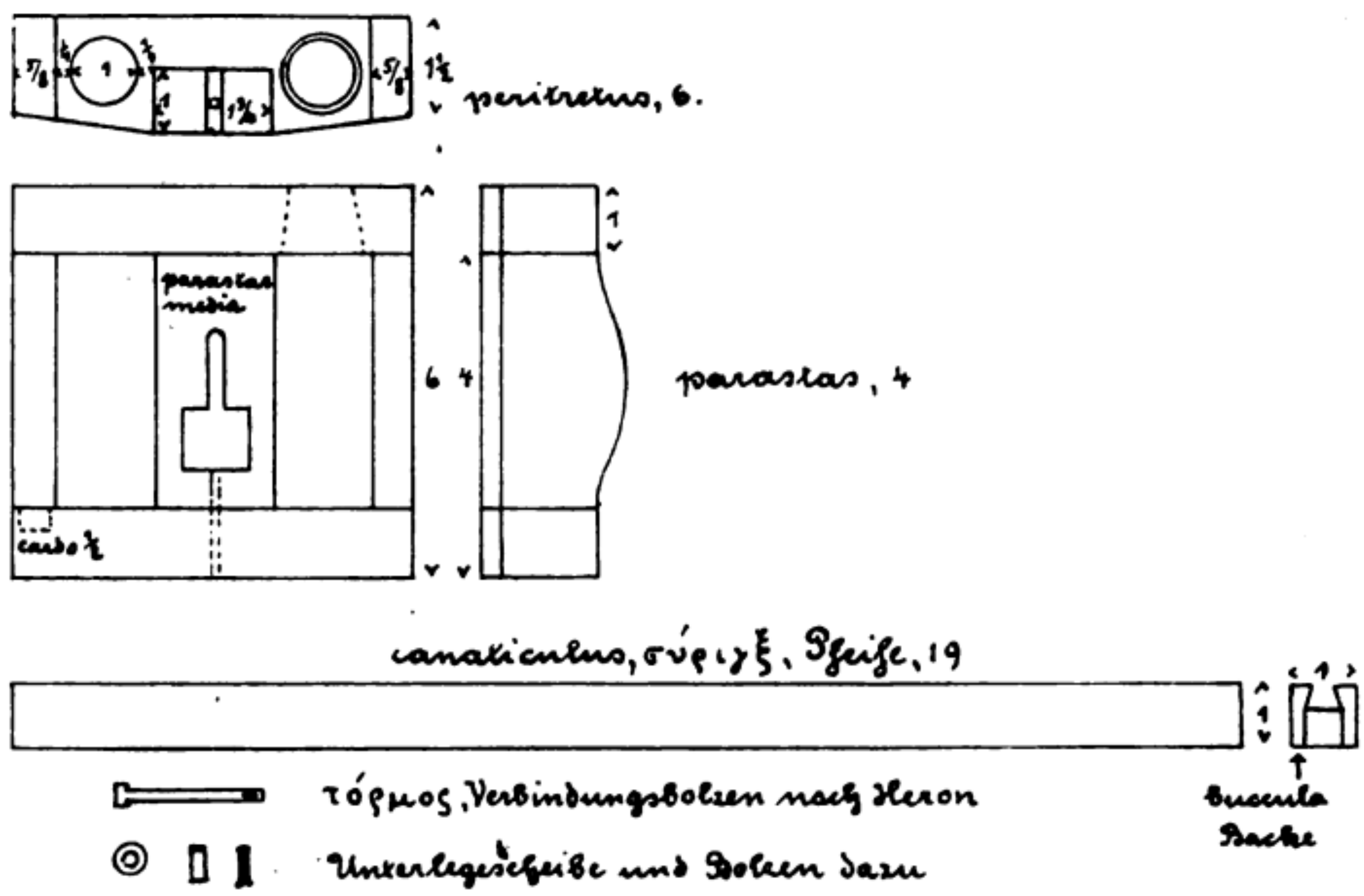
Dicke: 1.

Ausschnitt im Mittelständer für das Auflegen des Pfeiles: $^1/_4$ [1].

Die vier Ecken ringsum werden auf Fronten und Seiten mit Eisenplatten und Erzbolzen oder Nägeln beschlagen [2].

Länge des Kanales, der griechisch CΥΡΙΓΞ, Pfeife, genannt wird: 19,

Die Latten [3], welche von einigen Backen genannt werden, die rechts und links an der Pfeife befestigt sind: 19 (lang),



Heron schreibt: Von der Pfeife geht durch ein Loch in der Mitte des unteren Peritreten ein Bolzen, der den ganzen Rahmen trägt.

Ἐκ δὲ τῆς σύριγγος (καὶ τοῦ διαπήγματος) τόρμος διωθεῖται, ὅπως γενομένης ἐν μέσῳ τοῦ κάτω περιτρήτου, ἀνέχων ὅλον τὸ πλινθίον. W. 106. 2.

Vitruv hat diesen Verbindungsbolzen mit zugehörigem Vorstecker, als selbstverständlich, nicht erwähnt.

Das Diapegma unter der Pfeife ist bei Vitruvs Mittelständer nicht nötig.

[1] Dieser Ausschnitt nimmt außerdem noch den oberen, über die Pfeife vorstehenden Teil des Schiebers auf.

[2] Siehe Grabstein des Vedennius in der Galleria Lapidaria des vatikanischen Museums in Rom, der außerdem einen Geschützschild zeigt.

[3] Die Pfeife besteht aus 3 Teilen, welche zusammengeleimt und verbolzt sind: so läßt sie sich leicht herstellen. Das Einhobeln einer schwalbenschwanzförmigen Nute würde große Schwierigkeiten machen.

Für alle 3 Teile wird die gleiche Länge von 19 K. genannt. In diesem Falle würden die Wellenträger 1 K. auseinanderstehen, sie sind $^1/_2$ K. dick, mit Dicke der Pfeife zusammen 2 K., also würde die Welle von 3 K. Länge nur $^1/_2$ K. mit jeder Seite überstehen. Oder aber es ist nur auf einer Seite eine Trommel vorhanden, auf der andern eine ringförmige Verstärkung, um ein seitliches Verschieben der Welle zu verhindern. In beiden Fällen ist der mittlere Teil der Welle unnötig lang. Sind die Seitenteile kürzer als der Mittelteil, z. B. 17 $^1/_2$ K., so stehen die Wellenträger nur

altitudo foraminis unius et crassitudo,

et adfiguntur regulae duae, in quas inditur sucula, habentes longitudinem foraminum trium, latitudinem dimidium foraminis.

Crassitudo buccu'ae, quae affigitur et vocitatur scamillum, seu, quemadmodum nonnulli, loculamentum, securiclatis cardinibus fixa: foraminis I, altitudo foraminis S.

Suculae longitudo foraminum ::,

(scutulae foraminum IX) crassitudo foraminis S ÷.

Epitoxidos longitudo foraminis S ÷,

crassitudo 9 item chelonii.

⟨CXACTHPÍA⟩ sive manucla dicitur, longitudo foraminum III, latitudo et crassitudo (S) ÷.

Canalis fundi longitudo foraminum XVI. crassitudo foraminis 9 altitudo S 9.

Höhe und Breite: 1,

an diesen werden zwei Bretter befestigt, in welche die Haspelwelle eingelassen wird; sie sind lang 3, breit $^1/_2$.

Die Breite der angefügten Backe, welche auch Bank oder wie einige wollen Fach genannt wird und mit Schwalbenschwänzen befestigt ist: 1, Dicke $^1/_2$.

Länge der Haspelwelle: 4,

(Handspeichenlänge 9) Dicke ohne Zapfen: $^3/_4$.

Länge der Klaue: $^3/_4$,

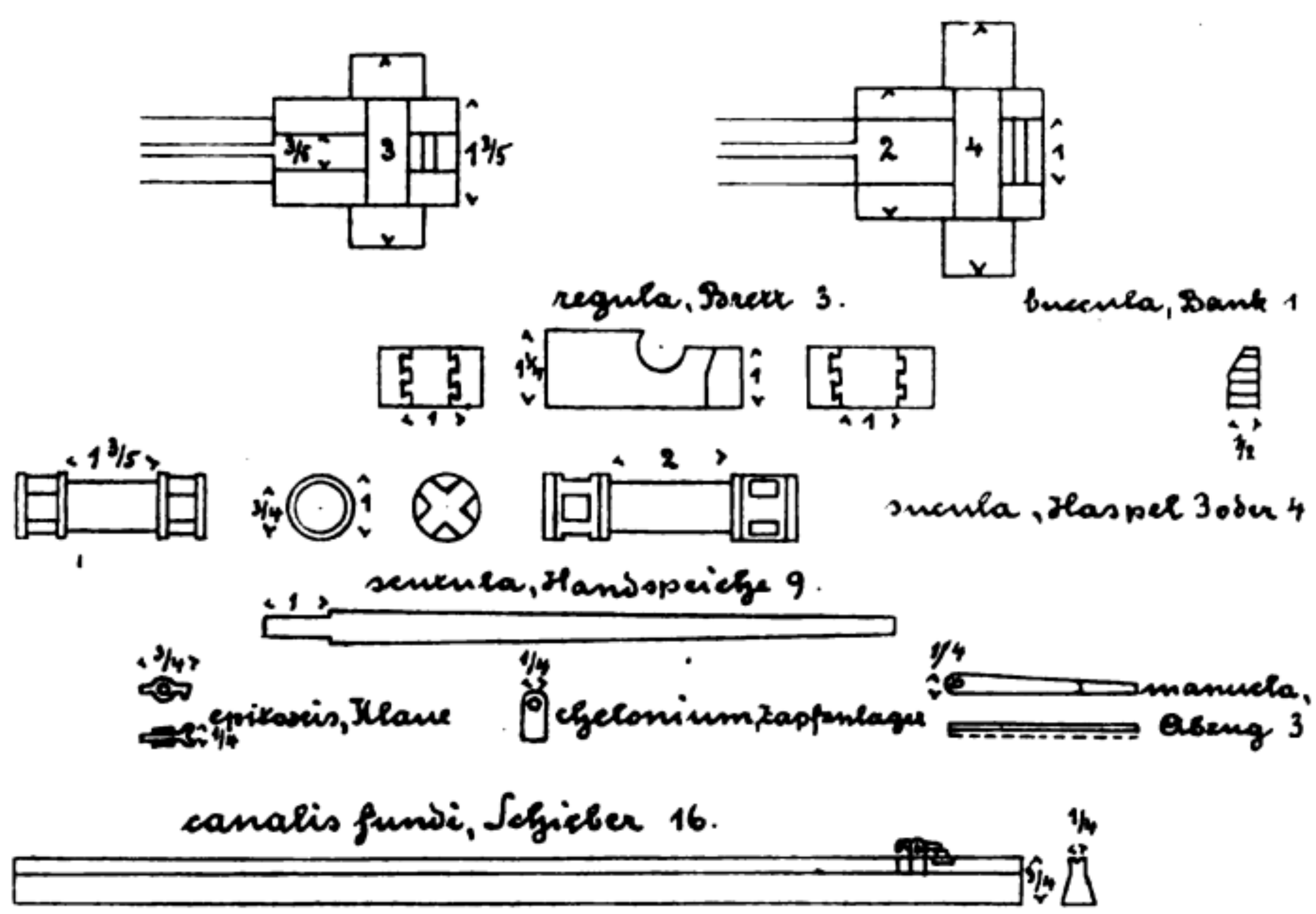
Dicke: $^1/_4$, ebenso die des Zapfenlagers.

Abzug oder Handhabe, Länge: 3,

Breite und Dicke: $^1/_4$[1].

Länge des Schiebers: 16,

Dicke: $^1/_4$[2], Höhe: $^3/_4$.



$^3/_5$ K. auseinander; an beiden Seiten der Welle kann eine Trommel vorhanden sein; die Bedienung des Haspels durch wechselseitiges Einstecken der Handspeichen in die Löcher der Trommeln wird bequemer. Diese Art ist wohl für größere Geschütze angewendet worden. Das angegebene Maß von 1 K. für die Länge der buccula stimmt für beide Arten, je nachdem man die Schwalbenschwänze in die Länge einrechnet oder nicht.

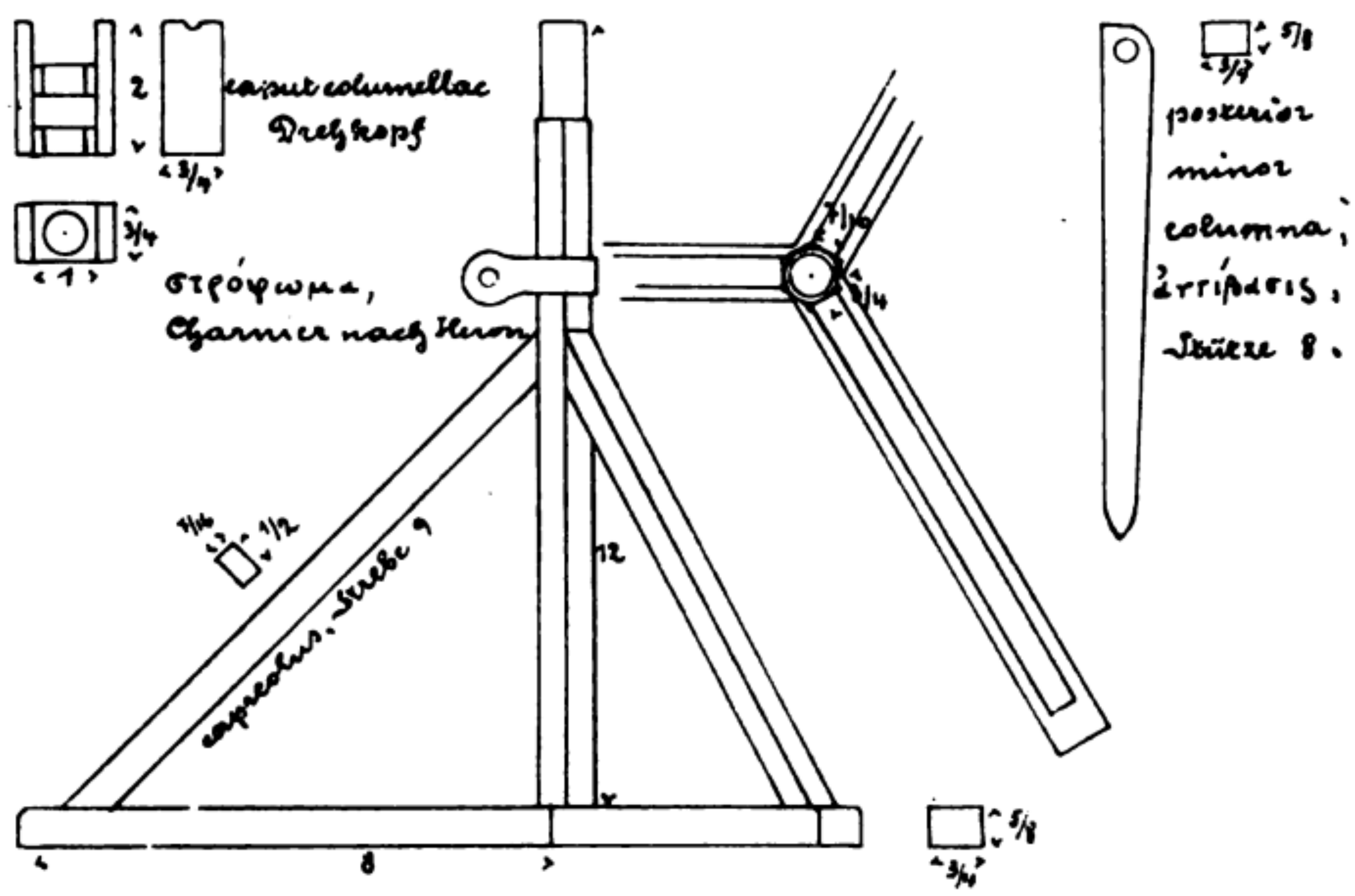
Speichenkreuze an den Haspelwellen sind nur für kleinere Geschütze anwendbar.

[1] Länge 2 würde vollkommen genügen. Dicke $^1/_4$ wäre ganz unverhältnismäßig. $^1/_8$ genügt.

[2] Im oberen Teil. Unten etwa $^3/_5$. Der Schwalbenschwanz des Schiebers muß einen Winkel von rund $2 \cdot 15 = 30°$ bilden. Größer oder kleiner, kommen leicht Klemmungen vor.

Columellae basis in solo foraminum octo,
latitudo in plinthide in qua statuitur columella foraminis S ÷, crassitudo Γ Z.
Columellae longitudo ad cardinem foraminum XII, latitudo foraminis S ÷,
crassitudo S 9.
Ejus capreoli tres, quorum longitudo foraminum VIIII, latitudo dimidium foraminis crassitudo Z.
Cardinis longitudo foraminis I S,
columellae capitis longitudo II,
antefixi latitudo foraminis S 9,
et crassitudo I.
Posterior minor columna, quae graece dicitur ἀντίβασις, foraminum VIII, latitudo foraminis S ÷, crassitudo Γ Z.

Die Basis der Säule auf dem Boden: 8 [1],
Breite der Schwelle, in der die Säule errichtet wird: $3/4$, Dicke: $5/8$.
Höhe der Säule bis mit Zapfen: 12,
Breite (im Sechseck): $3/4$,
Dicke: desgl.
Deren 3 Streben Länge: 9,
Breite: $1/2$, Dicke: $7/16$ [2].
Länge des Zapfens: $1\tfrac{1}{2}$ [3],
Länge des Drehkopfes der Säule: 2 [4],
Breite eines Querholzes: 34,
Dicke: 1.
Die Stütze (kleine hintere Säule), griechisch ἀντίβασις genannt: 8, Breite: $3/4$ [5],
Dicke: $5/8$.



[1] Die nun folgenden Maßangaben für die Basis haben nur Geltung für die $1\tfrac{1}{2}$ellige Katapulta, für größere und kleinere Kaliber sind sie nur in bezug auf die Stärken (Breite und Dicke) der Hölzer anwendbar, da die Längen für alle Kaliber die gleichen wie für die $1\tfrac{1}{2}$ellige Katapulta sein müssen. Längs der Pfeife wird gerichtet, um das Ziel zu treffen. διὰ γὰρ τοῦ μήκους τῆς σύριγγος διοπτεύοντες ἐπιτευξόμεθα τοῦ σκοποῦ. W. 86. 7. Die Höhe der Pfeilachse über dem Erdboden ist bei diesem Geschütz gleich der Höhe der Visierlinie der Feldgeschütze aller Staaten, ungefähr gleich muß sie auch bei den übrigen Kalibern gewesen sein, sonst wäre deren Bedienung nicht möglich.

Die Bedienung eines 4elligen Pfeilgeschützes mit 2.7 m Lagerhöhe und mit Handspeichen für die Spannwelle von $2\tfrac{1}{2}$ m Länge, die also beim Einstecken in ihre Lager bis auf 5 m hoch reichen würden, ist undenkbar. Deshalb gelten auch hier die Worte »mit Zugabe oder Abzug«. Text S. 724, Z. 17.

[2] $7/16$ entspricht der Seitenlänge des Sechsecks des Säulenquerschnittes.

[3] Dicke muß rund $1/2$ K. betragen, dünner wird sie zu schwach, dicker passen die Abmessungen des Drehkopfes nicht.

[4] Dicke der Seitenbacken ist nicht angegeben, muß ungefähr $1/4$ K. sein.

[5] Breite von $3/4$ in der ganzen Länge wäre unpraktisch. Bezieht sich also wohl nur auf das obere Ende.

Subjectio foraminum XII, latitudinis et crassitudinis ejusdem, cujus minor columna illa.

Supra minorem columnam chelonium sive pulvinus dicitur foraminum II S, altitudinis I S, latitudinis S÷.

Carchesi scutularum foraminum II S,

crassitudo foraminis S, latitudo S:

transversariis cum cardinibus longitudo foraminum X,

latitudo S et crassitudo S.

Brachi longitudo [IS] foraminum VII, crassitudo ab radice foraminis ΓZ.

in summo foraminis S, CCZ, ⟨Z⟩

curvatura foraminis (octava pars) VIII.

Haec his proportionibus, aut adjectionibus aut detractionibus comparantur. Nam si capitula altiora quam erit latitudo facta

Strebe: 12, Breite und Dicke wie die Stütze.

Über der Stütze das Lager oder Kissen [1]: $2^{1}/_{2}$. Höhe: $1^{1}/_{2}$. Breite: $^{3}/_{4}$.

Die Lager für die Handspeichen an den Wellen: $2^{1}/_{2}$ [2],

Breite: $^{1}/_{2}$, Dicke: $^{1}/_{2}$.

Handspeichen mit Zapfen, Länge: 10,

Breite: $^{1}/_{2}$ und Dicke: $^{1}/_{2}$.

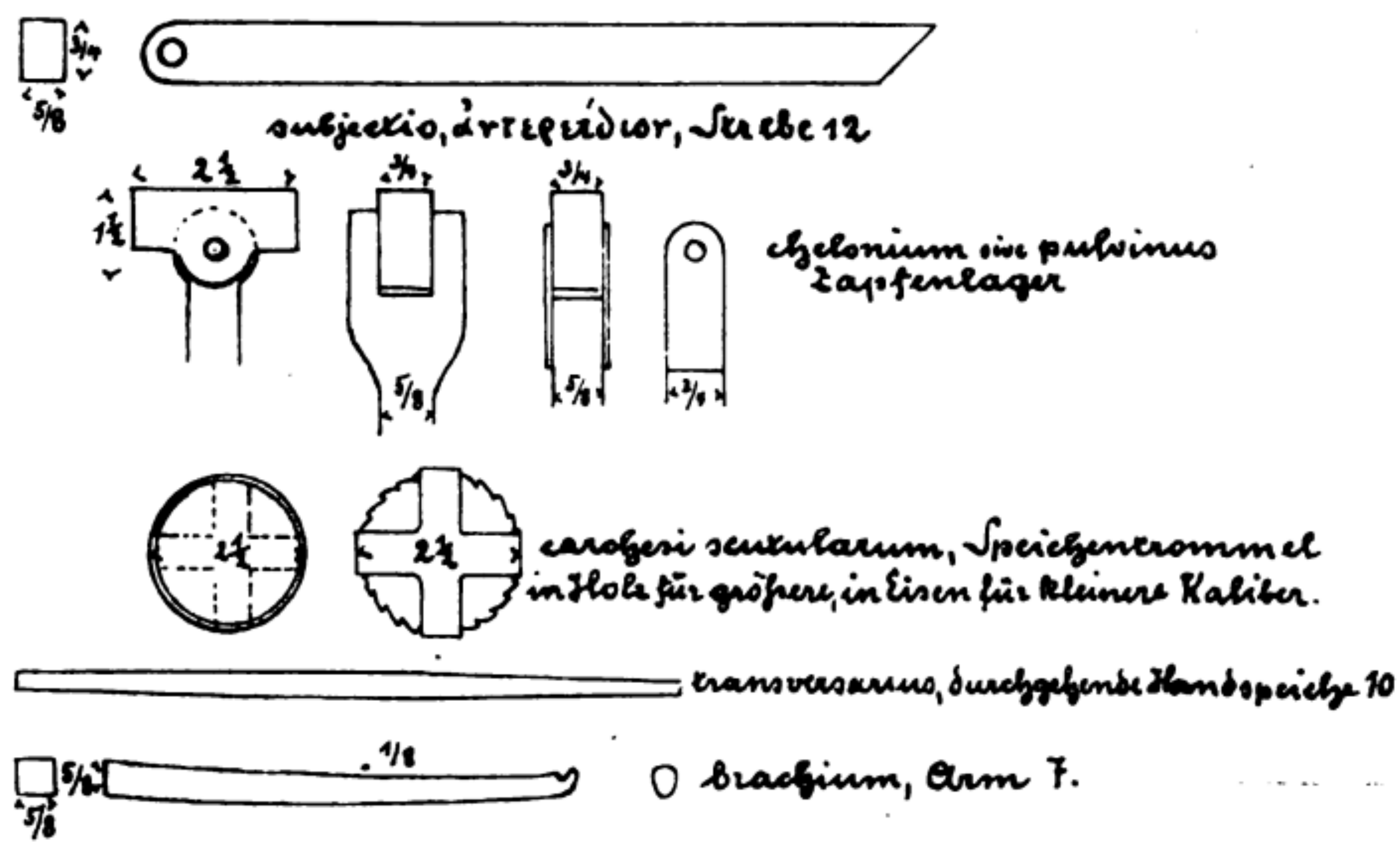
Länge des Bogenarmes: 7.

Dicke am inneren Ende: $^{5}/_{8}$.

Dicke am äußeren Ende: $^{1}/_{2}$ ⟨$^{7}/_{16}$⟩,

Krümmung: $^{1}/_{8}$.

Diese (Geschütze) werden nach den angegebenen Proportionen hergestellt, mit Zugabe oder Abzug[3]. Denn wenn die



[1] Ob die Stütze 2 hölzerne oder eiserne Backen hat, die zwischen sich das Lager aufnehmen, ist für die Aufgabe der Stütze gleichgültig.

[2] Spannvorrichtungen hat es vom Speichenkreuze bis zum Flaschenzuge in den verschiedensten Formen gegeben. Einengende Vorschriften wären hier nicht am Platze gewesen.

[3] Vitruv gibt Freiheit für die Ausmaße der Geschütze, für einzelne Teile derselben, während anderseits z. B. die Länge der Peritreten von 6 K., die er gar nicht angibt, genau stimmen mußte (s. S. 720, Anm. 1 und 3). Der Normalrahmen 6 × 6 galt für normale Spannsehnen, wie man sie durchschnittlich im Handel bekam. Für besonders gutes haltbares Material konnte man katatonische Rahmen anwenden, für minderwertiges Material mußte man anatonische Kammern anwenden, um die Spannsehnen nicht zu schnell unbrauchbar zu machen. Längere Bogenarme eigneten sich besser für leichte, kürzere für schwere Pfeile. Das Ampuriasgeschütz ist um $^{5}/_{8}$ K. katatonisch.

Durch das mehr oder minder starke Anspannen der Sehnen mittels des Haspels konnte man die Maximalschußweite und Durchschlagskraft vergrößern oder verkleinern.

Eine gutgeschulte Bedienung, die ihr Geschütz genau kannte, war gerade so notwendig wie heutzutage.

fuerint, quae anatona dicuntur, de brachiis demetur, ut, quo mellior est tonus propter altitudinem capituli, brachii brevitas faciat plagam vehementiorem. ⟨Si⟩ minus altum capitulum fuerit, quod catatonum dicitur, propter vehementiam brachia paulo longiora constituentur, uti facile ducantur.

Rahmen höher gemacht werden, als ihre Breite sein wird — in diesem Falle heißen sie »anatonisch« —, so muß man von den Armen wegnehmen, damit, je schlaffer die Spannung wegen der Höhe des Rahmens ist, die Kürze des Armes einen um so kräftigeren Schlag bewirkt. Ist der Rahmen weniger hoch — in diesem Falle heißt er katatonisch —, so müssen wegen der Gewalt der Spannung die Arme etwas länger gehalten werden, damit sie leicht zu handhaben sind.

Namque quem ad modum vectis, cum est longitudine pedum quinque, quod onus quatuor hominibus extollit, id, cum est X, duobus elevat; eodem modo brachia quo longiora sunt, mollius, quo breviora, durius ducuntur.

Denn wie z. B. eine Last durch einen Hebel, wenn er 5 Fuß lang ist, von 4 Menschen, aber wenn er 10 Fuß lang ist, schon von zweien gehoben wird, so lassen sich auch die Arme, je länger sie sind, desto leichter, je kürzer sie sind, desto schwerer bewegen.

Cap. XIV. (11 S. — 16. u. 17. R.)

Catapultarum rationes e quibus membris et portionibus componantur, dixi.

Von den Verhältnissen der Katapulten, aus welchen Gliedern und Teilen sie zusammengesetzt werden, habe ich geredet.

Ballistarum autem rationes variae sunt et differentes, unius effectus causa comparatae.

Die Verhältnisse der Ballisten sind aber zu gleichem Zweck mannigfach und verschieden zusammengestellt.

Aliae enim vectibus ⟨et⟩ suculis, nonnullae polyspastis, aliae ergatis, quaedam etiam tympanorum torquentur rationibus.

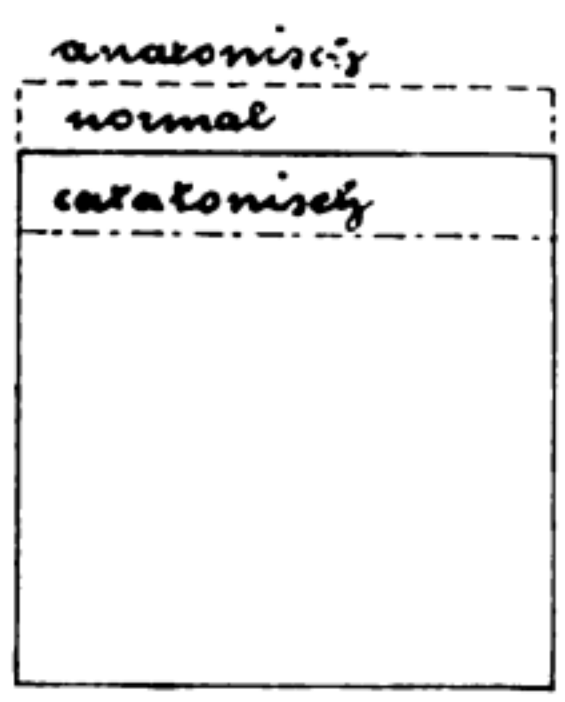
Einige werden nämlich mit Hebeln und Haspeln, einige mit Flaschenzügen, andere mit Winden, einige auch mit Trommelrädern gespannt.

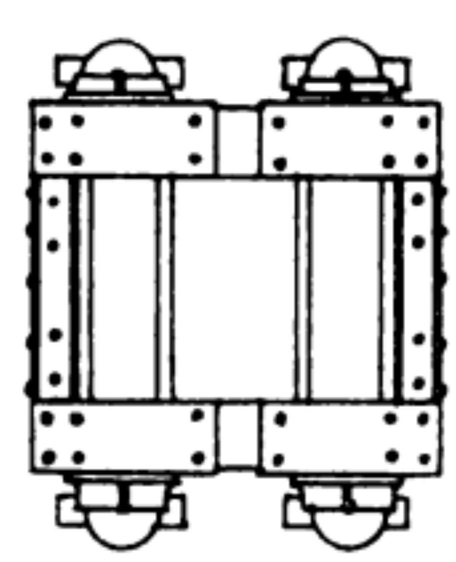
Sed tamen nulla ballista perficitur nisi ad propositam magnitudinem ponderis saxi, quod id organum mittere debet.

Indessen muß eine jede Balliste nach dem gegebenen Gewichte des Steines, den das Geschütz werfen soll, konstruiert werden.

Igitur de ratione earum non est omnibus expeditum, nisi qui geometricis rationibus numeros et multiplicationes habent notas.

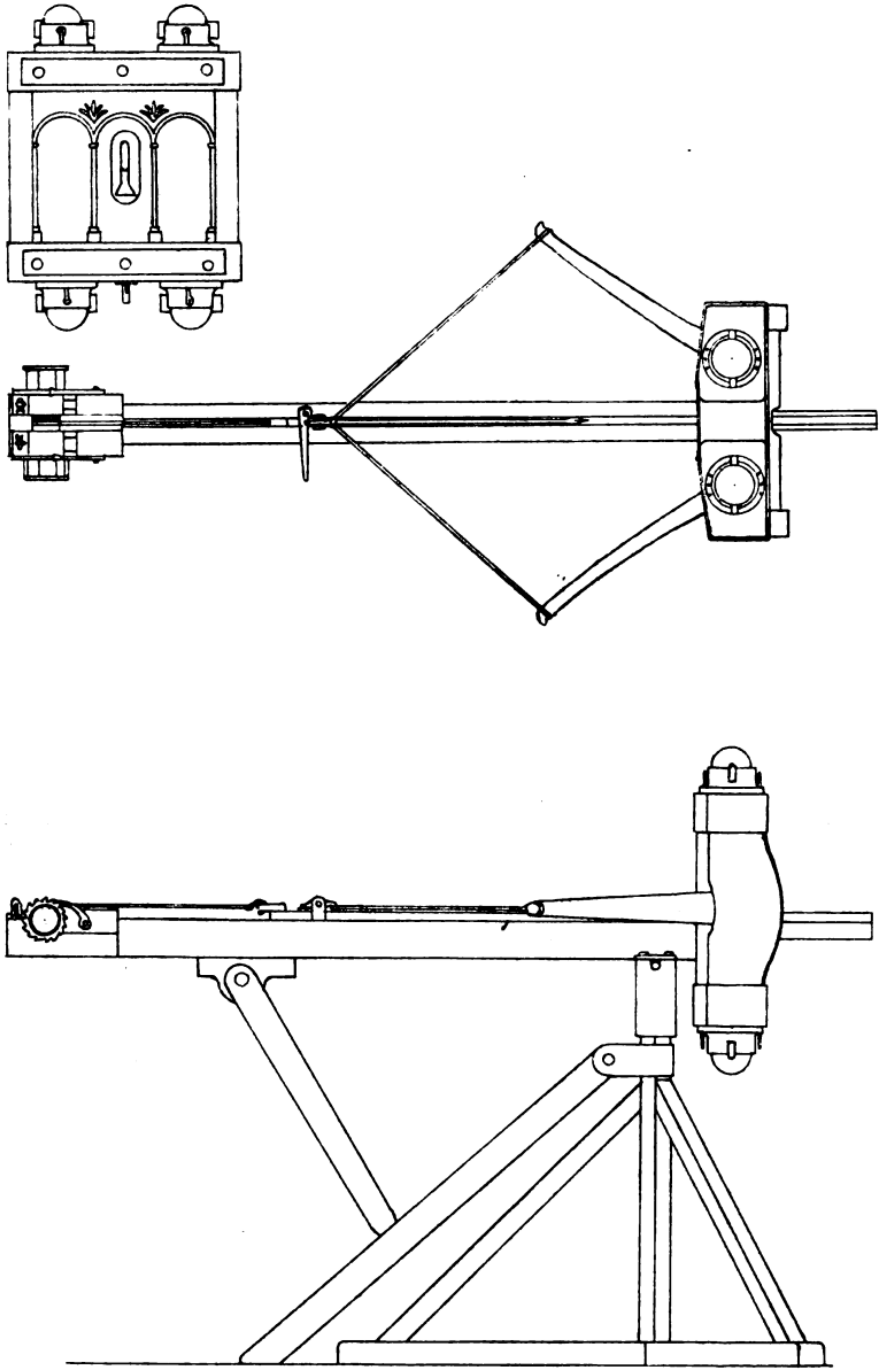
Folglich ist die Berechnung[1] derselben nicht für jeden ausführbar, sondern nur für die, welche aus geometrischen Rechnungen die Zahlen und ihre Vervielfältigungen kennen.





Spannrahmen von Ampurias

[1] Nach der Formel $\Delta = 1{,}1 \cdot \sqrt[3]{100\,M}$
Δ (ΔΙΆΜΕΤΡΟΣ) = der Durchmesser (Kaliber) foraminis
M (ΜΝΆ) = Steingewicht in attischen Minen,
umgerechnet in römische Pfunde.



Normale zweiellige catapulta mit Schild 1:20.

Namque finut in capitibus foramina, per quorum spatia contenduntur capillo maxime muliebri vel nervo funes, magnitudine ponderis lapidis, quem debet ea ballista mittere: ex ratione gravitatis proportiones sumuntur, quem admodum ⟨in⟩ catapultis de longitudinibus sagittarum. Itaque ut etiam qui, geometrice non noverint, habeant expeditum, ne in periculo bellico cogitationibus detineantur, quae ipse faciundo certa cognovi, quaeque ex parte accepi a praeceptoribus finita, exponam: et quam in libris (so Diels: et quibus rebus Hss.) Graecorum pensiones ad modulos habeant rationem, ad eam, ut etiam nostris ponderibus respondeant, tradam explicata.

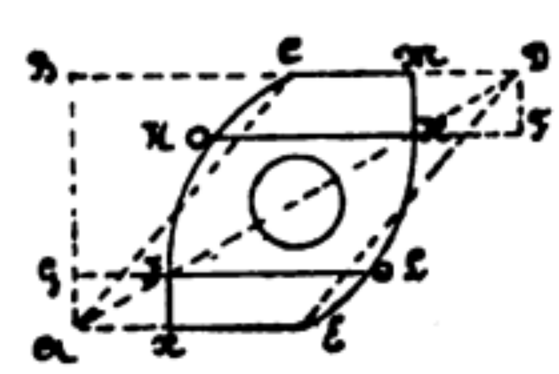
Die (Durchmesser der) Bohrungen in den Kammern, durch die Stränge aus Weiberhaaren oder Sehnen gezogen sind, werden nämlich nach dem Gewicht des Steines bestimmt, den die Balliste werfen soll, nach der Schwere werden die Abmessungen bestimmt, wie bei den Katapulten nach der Länge der Pfeile. Damit also auch die, welche keine Geometrie verstehen, die Sache sofort zur Hand haben und bei Kriegsgefahr nicht erst nachzudenken brauchen, will ich auseinandersetzen, was ich aus eigener Praxis sicher weiß und was ich zum Teil von den Meistern festgestellt übernommen habe und welches Verhältnis in den Schriften der Griechen die Gewichte zu den Größenabmessungen haben, will ich überliefern, indem ich sie nach diesem Verhältnis so erläutere, daß sie auch unseren Gewichten entsprechen.

Nam quae ballista II pondo saxum mittere debet, foramen erit in ejus capitulo digitorum V, si pondo IIII, digitorum VI ⟨9, sex pondo⟩ digitorum VII ⟨9, octo pondo digitorum VIII⟩, decem pondo digitorum VIII9, viginti pondo digitorum X S9, XL pondo digitorum XIII S9, sexaginta pondo digitorum XVS, octoginta pondo pedis I digiti I, C pondo pedis I et digitorum IIS, CXX pondo pedis I et digitorum IIIS, CXXXX pondo pedis I et digitorum IIIIS, CLX pondo pedis I et digitorum VI. CLXXX pondo pedis I et digitorum VIS, CC pondo pedis I et digitorum VII9, CCXXXX pondo pedis I et digitorum VIIIS9, CCCLX pondo pedis I et digitorum XII9.

Die Balliste, welche einen Stein von 2 ℔ werfen soll, erhält ein Bohrloch (Kaliber) von 5 Zoll, 4 ℔ = $6^1/_2$″, 6 ℔ = $7^1/_2$″, 8 ℔ = 8″, 10 ℔ = $8^1/_2$″, 20 ℔ = $10^3/_4$″ 40 ℔ = $13^3/_4$″, 60 ℔ = $15^1/_2$″, 80 ℔ = 1′ 1″. 100 ℔ = 1′ $2^1/_2$″, 120 ℔ = 1′ $3^1/_2$″, 140 ℔ = 1′ $4^1/_2$″, 160 ℔ = 1′ 6″, 180 ℔ = 1′ $6^1/_2$″. 200 ℔ = 1′ $7^1/_4$″, 240 ℔ = 1′ $8^3/_4$″, 360 ℔ = 1′ $12^1/_2$″.

Cum ergo foraminis magnitudo fuerit instituta describatur scutula, quae graece περίτρητος appellatur, cujus longitudo foraminum II Є. Z, latitudo duo et S;

Wenn also die Größe des Kalibers bestimmt ist, muß die Raute, griechisch περίτρητος genannt, gezeichnet werden, deren Länge $2^3/_4$ und Breite $2^1/_2$ K. ist[1].



[1] $AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{(2^3/_4)^2 + (2^1/_2)^2}$ = rund $3^3/_4$; Fehler $^1/_{56}$ ist ohne Bedeutung für die Konstruktion der Peritreten.

Teilt man die Linie AC oder DE in 6 gleiche Teile, so ist der 6. Teil $\frac{3^3/_4}{6} = \frac{15}{24} = \frac{5}{8}$, entspricht ungefähr der Ständerdicke von $^{11}/_{18}$.

dividatur medium lineae descriptae, et cum divisum erit, contrahantur extremae partes ejus formae, ut obliquam deformationem habeat longitudinis sexta parte, latitudinis ubi est versura, quarta parte.

In qua parte autem ⟨sunt⟩ curvaturae⟨e⟩, in quibus procurrunt cacumina angulorum, eo foramina convertantur et contractura latitudinis redeat introrsus sexta parte.

Foramen autem oblongius sit tanto quantam epizygis habet crassitudinem.

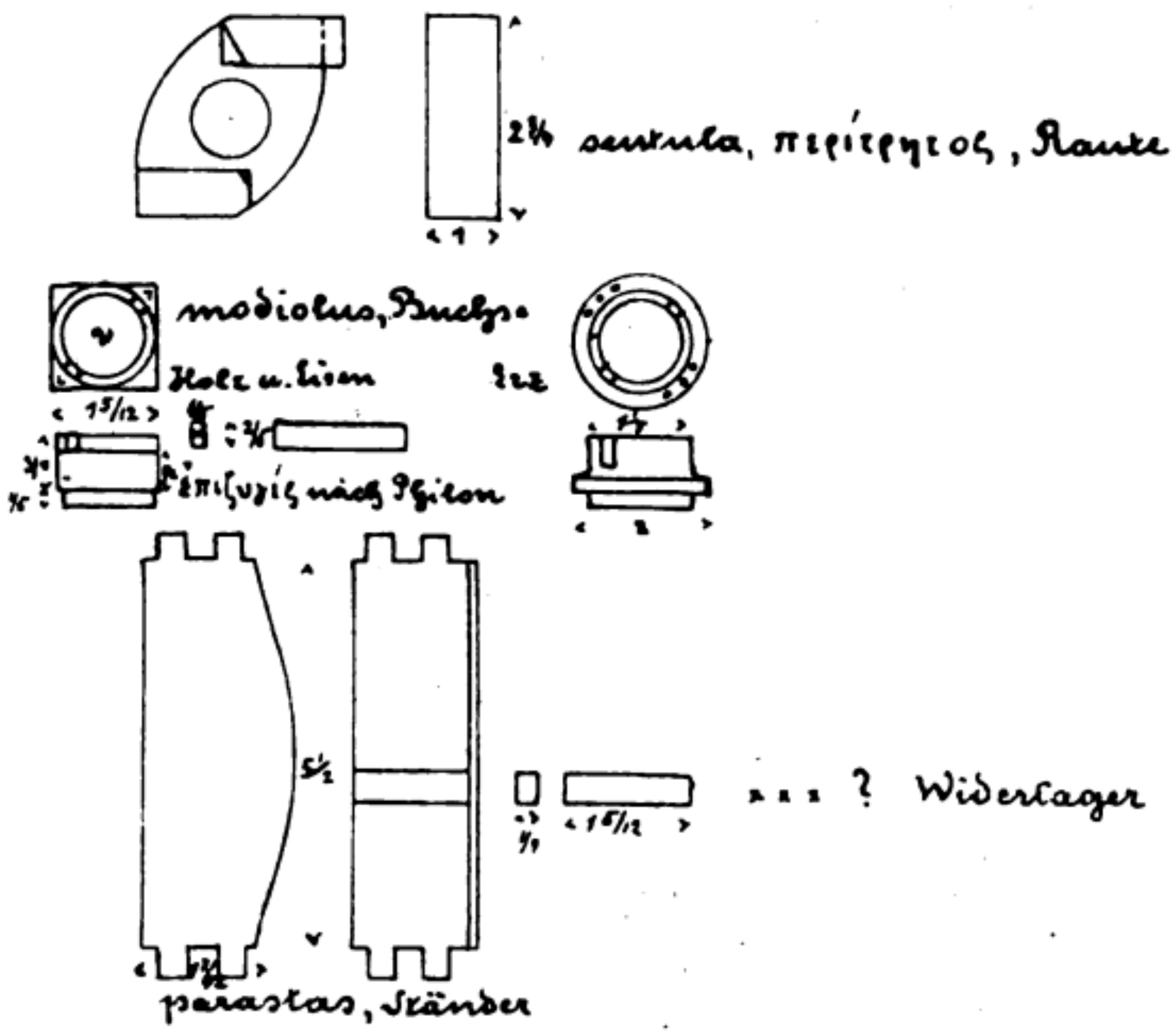
Cum deformatum fuerit, circumlaevigentur extrema, ut habeant curvaturam molliter circumactam.

Die gezeichnete[1] Figur wird durch eine Diagonale halbiert. Ist das geschehen, zeichnet man die Außenteile, so daß eine schiefe Form entsteht, deren Langseite sich zur Breitseite am Knick wie 6 : 4 verhält.

Nach dem Teil der Kurve[2], wohin die Winkelspitzen sich erstrecken, sollen sich die (Mittelpunkte der) Löcher richten und nach innen zu $^1/_6$ abgetragen werden[3].

Das Loch ⟨in der Buchse[4]⟩ sei um so viel oblong, als die Dicke des Spannbolzens beträgt.

Wenn das geschehen, wird er ringsum geglättet, daß er eine weiche Biegung erhält[5].



[1] Die beiden langen Seiten des Rhomboids betragen $3^3/_4$, die beiden kurzen $2^1/_2$ K. $3^3/_4 : 2^1/_2 = 6 : 4$.

[2] Die Kurve, die mit dem Zirkel erst gezogen werden soll, ist gemeint. Von den spitzen Winkeln des Rhomboids aus soll also die Transversale gezogen werden, in deren Mitte der Mittelpunkt des Bohrloches liegt.

[3] Werden in A und D Senkrechte nach innen gefällt und an diesen die gefundene Länge von $^5/_8$ nach F und G abgetragen und dann Parallelen zu AE und BD durch diese Punkte gezogen, so bestimmen diese Linien die Innenkanten der Ständer wiederum mit einem kleinen Fehler, denn weiter unten gibt Vitruv die Stärke der Ständer mit $^{11}/_{18}$ an. Differenz $^1/_{72}$. Gleichfalls unbedeutend für den Geschützbau. Von den Schnittpunkten dieser Parallelen mit der Transversale AD werden Senkrechte nach außen gezogen (HM und IN), welche die Außenkanten der Ständer angeben. Die Breite dieser Ständer beträgt nach Philon $1^7/_{12}$.

[4] In einem ovalen Loche würde sich die Buchse nicht drehen lassen.

[5] Wenn die Parallelen zu den Linien AE und BD gezogen sind, werden auf ihnen mit dem Zirkel die Mittelpunkte der Kreise gesucht, welche C mit I und E mit H verbinden. Nachdem die Kontur auf den Peritreten angerissen, werden sie gesägt und geglättet.

Crassitudo ejus foraminis [S] I constituatur.

Seine[1] Dicke ist 1.

Modioli foraminum II, latitudo I ∴ crassitudo, praeterquam quod in foramine inditur foraminis S 9, ad extremum autem latitudo foraminis S.

Buchsen[2]: 2, bei $1^5/_{12}$ Breite. Dicke ausschließlich Zapfen $^3/_4$.

An den Enden ist die Breite $^1/_2$.

Parastatarum longitudo foraminum V Γ. curvatura foraminis pars dimidia. crassitudo foraminis S et partis IX adjicitur ad mediam latitudinem, quantum est prope foramen factum in descriptione.

Länge der Ständer $5^3/_{16}$[3]. Ausschnitt $^1/_2$. Dicke $^{11}/_{18}$.

Die Tiefe des beschriebenen Ausschnittes wird der Breite des Ständers in der Mitte hinzugefügt.

⟨Regulae (?)⟩ latitudine et crassitudine foraminis V, altitudo parte IIII.

⟨Des Widerlagers[4]⟩: Breite und Tiefe $^1/_5$. Höhe $^1/_4$.

[1] Des Peritreten.

[2] Hölzerne Buchsen, die namentlich für größere Kaliber in Anwendung kamen, waren mit Eisen beschlagen und viereckig.

Bronzebuchsen, die namentlich für kleinere Kaliber in Anwendung kamen, waren viereckig oder rund. Letzteres wohl in den meisten Fällen. Auf dem Eumenesrelief sind die Buchsen des dargestellten Geschützes viereckig, auf dem Vedenniusgrabstein und auf der Cadesgemme, soweit erkennbar, rund.

Das Ampuriasgeschütz hat runde Buchsen mit Vorsteckern.

Schon im Jahre 1913 bemerkte mir DIELS richtig, daß der Ausdruck ΠΕΡΙΤΡΗΤΟΝ darauf schließen ließe, daß rings um die Foramina Löcher für Vorstecker vorhanden gewesen seien.

Kein einziger Kriegsschriftsteller erwähnt die Vorstecker. Auch das erklärt sich einfach.

Je niedriger der Spannrahmen, also je kürzer verhältnismäßig die Spannsehnenbündel sind, desto mehr haben letztere das Bestreben, sich beim Anspannen der Bogenarme mitzudrehen. Ballisten (Palintona) brauchten also keine Vorstecker. Bei dem vorzüglichen Sehnenmaterial in der Diadochenzeit sind Vorstecker wahrscheinlich auch bei Pfeilgeschützen, namentlich wenn sie frisch bespannt waren, überhaupt nicht nötig gewesen. Je schlaffer aber auf die Dauer die Spannsehnen werden, desto mehr ist es nötig, die Buchsen nachzudrehen, um ihre Spannung wiederum zu erhöhen. Je mehr aber die Buchsen gegen die Bogenarme gedreht werden, d. i. je größer der Winkel wird, den die Mittellinien der Spannbolzen mit den Mittellinien der Bogenarme bilden, desto größer ist das Bestreben der Buchsen, sich zurückzudrehen.

Die Vorstecker sind ein Notbehelf und um so mehr notwendig bei geringem Reibungskoeffizient, also bei Anwendung der ΥΠΟΘΗΜΑΤΑ, wenn Metall auf Metall, ganz besonders aber wenn Bronze auf Eisen läuft.

Das im Oberteile der Buchse ovale Spannloch hat den Vorteil, daß der Spannbolzen dicker gehalten werden konnte und der Umlauf der Spannsehne über ihn weniger scharf wurde, ist aber schwierig herzustellen. Das Spannloch des Ampuriasgeschützes ist kreisrund im Durchschnitt, trotz der sehr dicken Spannbolzen.

Die Formen der Buchse waren auf jeden Fall ganz beliebig.

[3] Gegen $5^1/_2$ bei Philon.

Ausschnitt $^1/_2$ bedeutet wohl den Halbmesser eines Kreises, der von der Mittellinie des Bogenarmes aus geschlagen wurde. Je größer die Vertiefung, desto mehr wurde der Ständer geschwächt, die Zugabe der Dicke auf der Gegenseite kann die Schwächung durch den Ausschnitt nicht völlig ausgleichen. Dicke $^{11}/_{18}$ differiert mit Philon, $^{29}/_{48}$, um $^1/_{88}$.

[4] Es fehlt anscheinend ein Wort, auf das sich die Maßangaben beziehen. Der einzige integrierende Teil der Ballista, den Vitruv nicht erwähnt, ist je ein Widerlager an den Mittelständern zur Verbindung dieser mit der Leiter.

Regulae, quae est in mensa, longitudo foraminum VIII, latitudo et crassitudo dimidium foraminis; cardines II, crassitudo foraminis 9, curvatura regulae S 9.

Exterioris regulae latitudo et crassitudo tantundem, longitudo, quam dederit ipsa versura deformationis et parastatae latitudo ad suam curvaturam. Superioris autem regulae aequales erunt inferioribus.

Mensae transversarii foraminis 9.

Climacidos scapi longitudo foraminum XVIIII crassitudo 9. intervallum medium latitudo foraminis I et partis quartae. altitudo foraminis I et partis octavae.

Der Riegel am Tisch[1] ist 8 lang, $^1/_2$ breit und dick. Zapfen 1 (2) lang. $^1/_4$ dick. Krümmung des Riegels $^3/_4$.

Breite und Dicke des äußeren Riegels ebenso.

Länge entsprechend der Schrägung, der Dicke der Ständer und der Rundung.

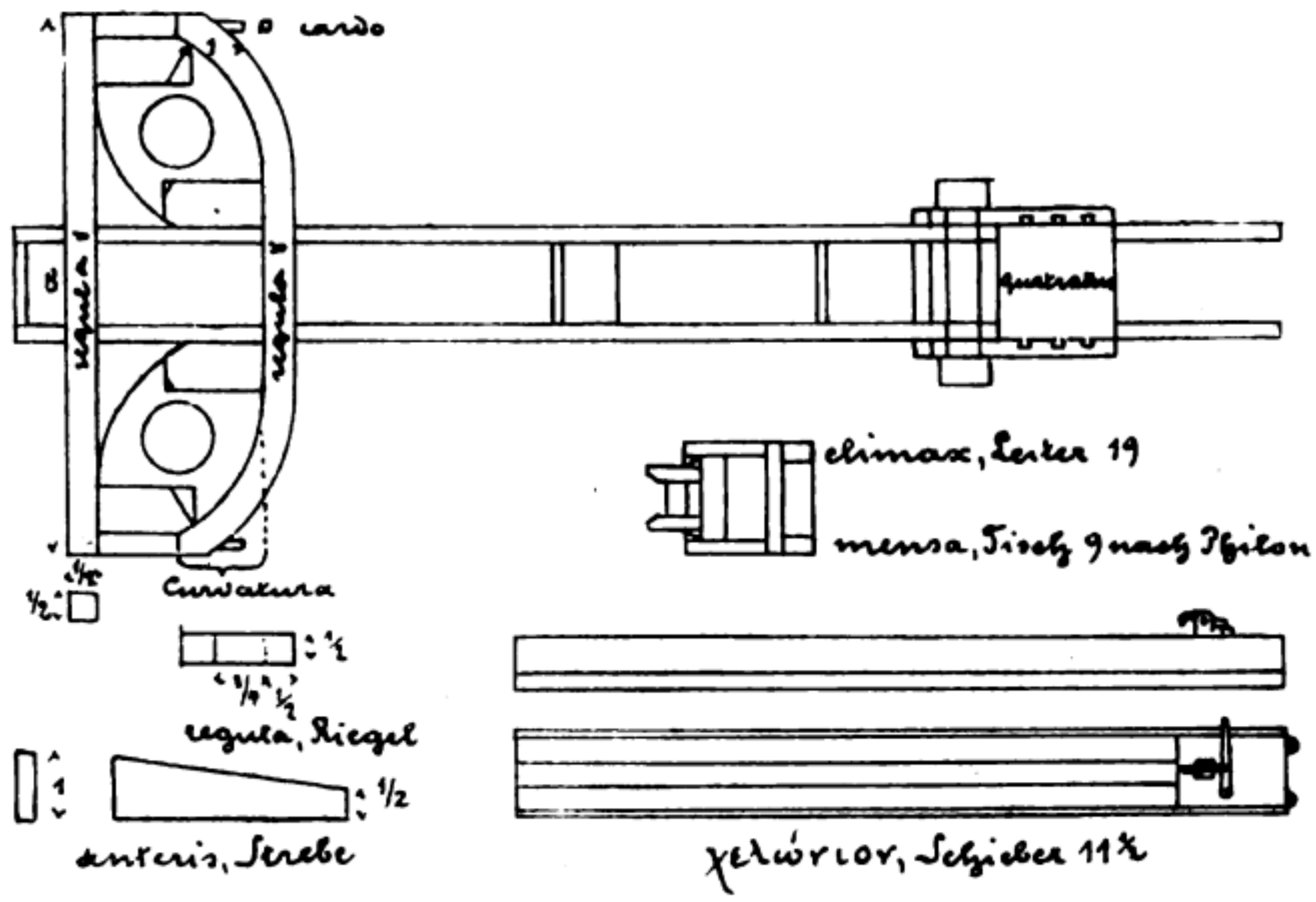
Die oberen Riegel sind wie die unteren.

Querriegel des Tisches $^1/_4$[2].

Länge der Leiterbäume: 19[3].

Dicke $^1/_4$, Abstand $1^1/_4$.

Höhe $1^1/_8$.



Nach unten wird die Leiter begrenzt durch den Tisch und dieser wiederum durch das untere Geschränke, nach oben hat sie kein Widerlager, die Mittelständer haben also keinen Halt an der Leiter. An ein Zusammennageln ist nicht zu denken, da das bei bereits bespannten Spannrahmen kaum möglich erscheint. Außerdem sollen alle Teile leicht auseinandergenommen und zusammengesetzt werden können. Es müssen somit unter allen Umständen leistenartige Widerlager an den inneren Ständern vorhanden gewesen sein. Auf diese, also auf ein Wort wie regula, würde das Maß $^1/_4$ stimmen, vielleicht auch $^1/_5$, aber die Länge müßte der Breite des Ständers von $1^7/_{12}$ (Philon), weniger der Schrägung von etwa $^2/_{12}$, mit etwa $1^5/_{12}$ entsprechen.

Vielleicht fehlt auch vor oder nach latitudine die dazugehörige Zahl.

[1] In der beigefügten Zeichnung ist die Anordnung des Geschränkes zu erkennen, Heron W. 103, Fig. XXXI, und Schneider, Geschütze auf handschriftlichen Bildern, Taf. 5.

Ob in den Außenriegeln Ausschnitte »entsprechend der Rundung« angebracht werden, wie bei der Rekonstruktion auf der Saalburg, oder nicht, war wohl freigestellt, da sie Vor- und Nachteile haben. Vorteil: sie entlasten die Zapfen; Nachteil: sie schwächen die Riegel.

[2] Zahl der Querriegel ist nicht angegeben, weil sie sich jedenfalls nach der Größe des Kalibers richtete.

[3] Länge der Leiterbäume von nur 13 ist ausgeschlossen. Philon gibt gleichfalls 19, aber nur eine Höhe von 1 an, woraus wiederum zu schließen ist, daß die Maße auch hier innerhalb gewisser Grenzen beliebig sind.

Climacidos superior pars, quae est proxima brachiis atque conjuncta est mensae. tota longitudine dividatur in partes V: ex his dentur duae partes ei membro, quod Graeci χελώνιον vocant. latitudo foraminis ΙΓ, crassitudo 9, longitudo foraminum XI et semis. extantia cheloni foraminis S ⟨πτερυγώματος⟩ foraminis 9.

Quod autem est ad axona, quod appellatur frons transversarius foraminum trium.

Interiorum regularum latitudo foraminis Ε crassitudo Γ.

Cheloni replum, quod est operimentum, securicula includitur in scapos climacidos; latitudo Γ, crassitudo foraminis duodecima.

Crassitudo quadrati quod est ad climacida, foraminis 9 in extremis.

Der obere Teil der Leiter[1], nahe den Armen und bei dem Tische, wird nach der ganzen Länge in 5 Teile geteilt, wovon 2 auf den Teil kommen, der griechisch χελώνιον genannt wird. Breite $13/16$, Dicke $1/4$, Länge $11\frac{1}{2}$.

Höhe des Schiebers über der Oberkante der Leiter $1/2$.

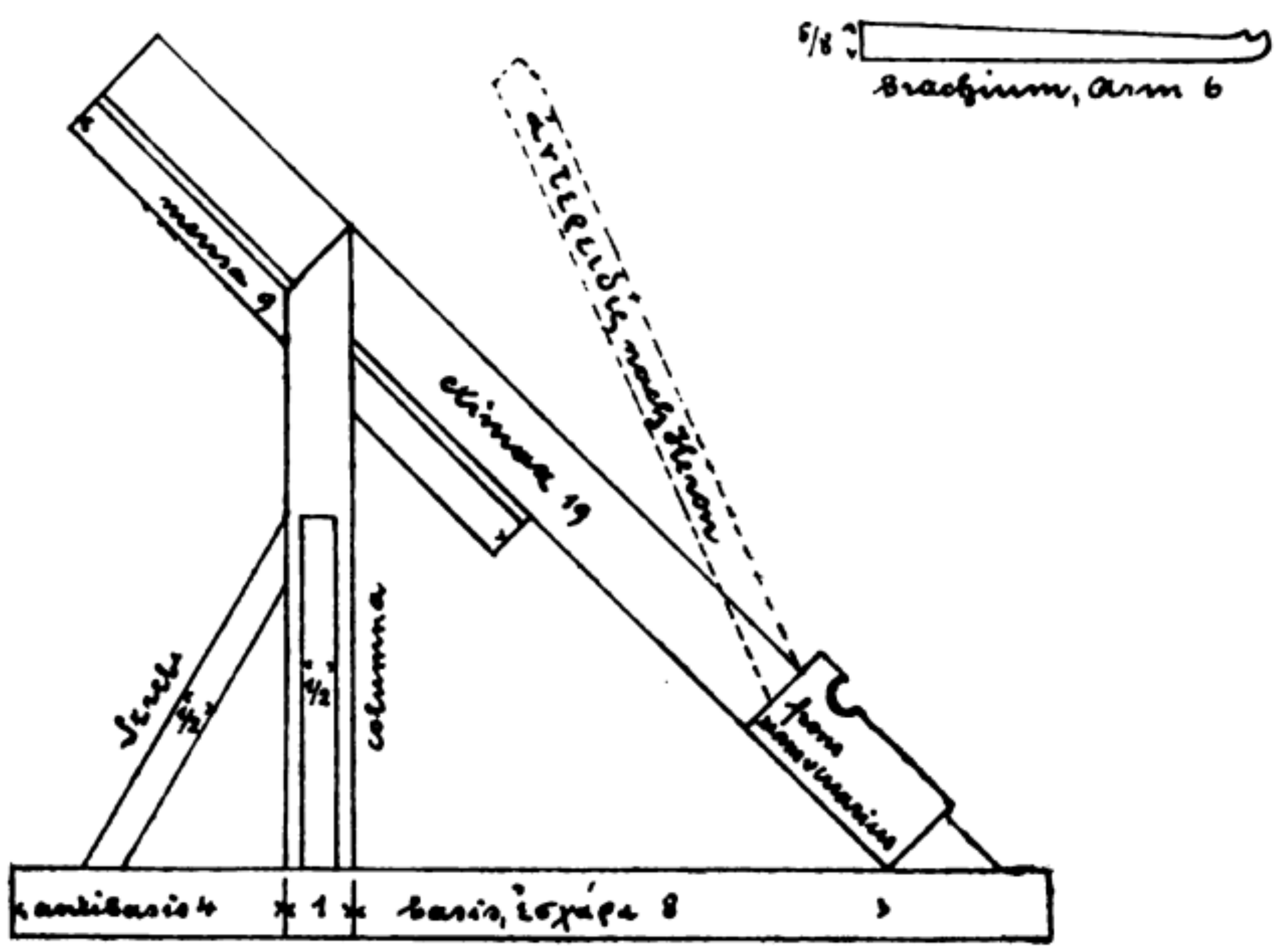
Wulst ⟨des Zapfenlagers⟩ $1/4$.

Der Teil an der Haspelwelle, Querfront[2] genannt, 3.

Breite der Sprossen $5/16$, Dicke $3/16$.

Der untere Teil des Schiebers, welcher auf ihnen liegt, wird schwalbenschwanzförmig in die Leiterbäume eingelassen. Breite der Federn $3/16$, Dicke $1/12$.

Dicke des Quadrates an der Leiter $1/4$, Durchmesser der Welle an den Enden[3]



[1] Etwas schwülstig ausgedrückt. Tatsächlich nimmt der Schieber in der Ruhelage $2/5$ der ganzen Leiterlänge ein. Beim Spannen wird der vorstehende Teil in die Leiter hineingezogen.

[2] Zur Querfront gehört außer den Seitenbacken auch das Quadrat und auch noch ein ungenanntes Stück oder die letz e Sprosse zwischen den Leiterbäumen. Sie hat nicht nur das Achslager aufzunehmen, sondern sie muß auch als Widerlager für die Streben dienen, die zwar nicht Vitruv, aber Heron erwähnt, und die sicher vorhanden waren: »damit, wenn gespannt wird, die Halbrahmen nicht umgerissen werden, wenn die Sehne sie nach hinten ziehen will.« ὅπως τῆς καταγωγῆς γιγνομένης μὴ ἐγκλίνηται τὰ ἡμιτόνια τῆς νευρᾶς αὐτὰ ἐπισπωμένης. W. 101. 9.

[3] Es ist nur der Durchmesser der Welle in den Achsenlagern angegeben. Der Durchmesser der Trommeln und des Mittelstückes richtete sich ganz nach der Art der Spannvorrichtung (Haspel evtl. mit Vorgelege, Flaschenzug, Erdwinde usw.).

rotundi autem axis diametros aequaliter erit cheles, ad claviculas autem S minus parte sexta decima.

gleich dem der Lagerachse, bei den Überwürfen aber 7/16.

Anteridon longitudo foraminum III9, latitudo in imo foraminis S, in summo crassitudo Γ.

Länge der Streben[1] 3 1/4, Breite unten 1/2, Dicke oben 3/16.

Basis, quae appellatur eschara (ἐσχάρα), longitudo foraminum VIII, antibases foraminum IIII, utriusque crassitudo et latitudo foraminis Γ.

Die Basis, eschara genannt, Länge 8, Vorderschwellen 4, beider Dicke und Breite 1.

Compinguntur autem dimidio altitudinis columnae, latitudo et crassitudos; altitudo autem non habet foraminis proportionem, sed erit, quod opus erit ad usum.

Auf halber Höhe sind die Säulen[2] zusammengehalten[3], 1/2 breit und dick, ihre Höhe steht nicht im Verhältnis zum Kaliber, sondern wird nach Bedarf bestimmt.

Brachii longitudo foraminum VI, crassitudo in radice foraminis ΓZ, in extremis F.

Länge des Bogenarmes 6[4], Dicke innen 5/8, außen 6/16.

Cap. XV.

De ballistis et catapultis symmetrias, quas maxime expeditas putavi, exposui quem admodum autem contentionibus hac temperentur e nervo capilloque tortis rudentibus, quantum comprehendere scriptis potuero, non praetermittam.

Von den Ballisten und Katapulten habe ich die Verhältnisse, welche ich für am geschicktesten hielt, auseinandergesetzt. Wie sie aber durch Bespannen mit Seilen aus Sehnen und Haaren gestimmt werden, will ich nicht vorenthalten, soweit ich es schriftlich vermag.

Sumuntur tigna amplissima longitudine, supra figuntur chelonia in quibus includuntur suculae; per media autem spatio tignorum insecantur et exciduntur formae, in quibus excisionibus includuntur capitula catapultarum cuneisque distinentur, ne in contentionibus moveantur.

Man nimmt Hölzer von großer Länge, befestigt auf ihnen Zapfenlager, in die man Haspelwellen einlegt. In der Mitte der Hölzer werden Ein- und Ausschnitte gemacht, in welche Widerlager die Kammern der Katapulten eingesetzt werden, und mit Keilen befestigt, daß sie sich beim Bespannen nicht verschieben.

Tum vero modioli aerei in ea capitula includuntur, et in eos cuneoli ferrei, quas ἐπιζυγίδας Graeci vocant, conlocantur. Deinde ansae rudentum induntur per foramina capitulorum et in alteram partem trajiciuntur; deinde in suculas conjiciuntur et involvuntur, uti vectibus per eas extendi rudentes, cum manibus sunt tacti, aequalem in utroque sonitus habeant responsum.

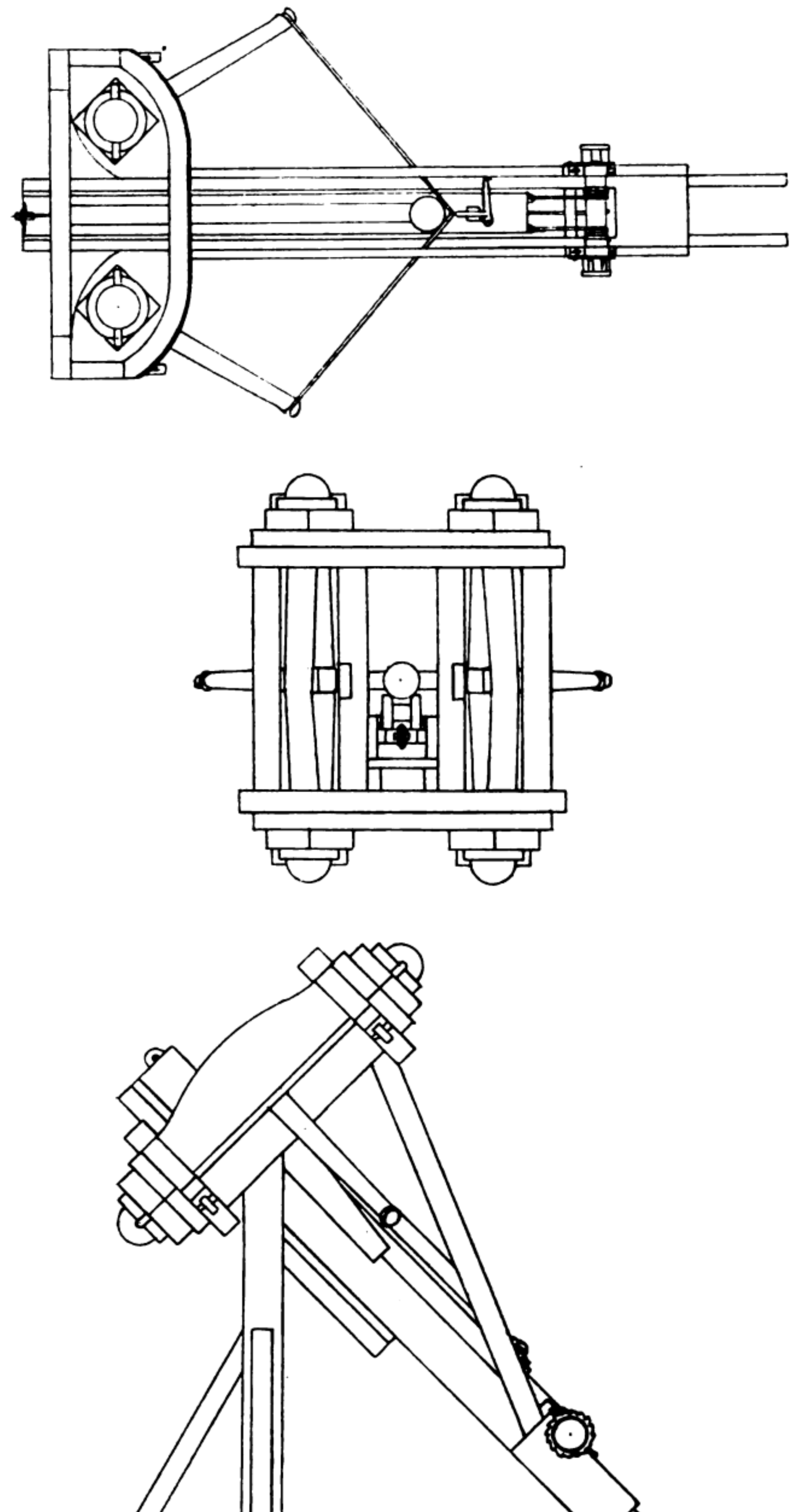
Dann werden die erzenen Buchsen in die Kammern eingesetzt und in sie die eisernen Bolzen, welche die Griechen ἐπιζυγίδας nennen, gesteckt. Dann werden die Seilenden durch die Löcher der Rahmen gesteckt und nach der anderen Seite gezogen, darauf an den Wellen befestigt und aufgewunden, so daß die Seile durch Handspeichen gespannt, mit den Händen angeschlagen, einen gleichmäßigen Ton geben.

[1] Es sind dies die Streben in der Mitte der Halbrahmen, die in Verbindung mit den oberen Streben das Zurückreißen der Halbrahmen beim Spannen verhindern. Auf dem Bilde W. 103, Fig. XXXI, P. 76v sind sie eingezeichnet.

[2] Die beiden columnae erwähnt Vitruv nur nebenbei, weil er kein Längenmaß für sie geben kann, denn ihre Höhe richtet sich nach der Größe des Geschützes.

[3] Durch die Streben und einen Riegel.

[4] Eine Krümmung des Bogenarmes ist beim Wurfgeschütz nicht nötig.



20 ℔dige ballista 1:40.

Tunc autem cuneis ad foramina concluduntur, ut non possint se remittere: ita trajecti in alteram partem eadem ratione vectibus per suculas extenduntur, donec aequaliter sonent. Ita cuneorum conclusionibus ad sonitum musicis auditionibus catapultae temperantur.

Dann werden sie mit Klammern in den Löchern festgehalten, daß sie nicht nachlassen können. So nach der anderen Seite gezogen, werden sie mit den Handspeichen durch die Welle gespannt, bis sie den gleichen Ton geben. So werden durch das Feststellen mit den Keilen die Katapulten nach dem musikalischen Gehör gestimmt.

Adresse an Hrn. OTTO BÜTSCHLI zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 5. Dezember 1917.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Indem die Preußische Akademie der Wissenschaften Ihnen zur Feier Ihres fünfzigjährigen Doktorjubiläums ihre herzlichsten Glückwünsche ausspricht, erinnert sie sich wie einst an dem Tage, an dem Sie in die Reihe ihrer korrespondierenden Mitglieder eintraten, der großen und bleibenden Verdienste, welche Sie durch bahnbrechende Forschungen sich um die zoologische Wissenschaft erworben haben. Noch als junger Doktor legten Sie als einer der ersten mit den Grund für die Erkenntnis des feineren Baues der Zelle, über welchen seitdem so zahlreiche Mikroskopiker mit großem Erfolg weitergearbeitet haben. In Ihren »Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Konjugation der Infusorien« lieferten Sie ein fundamentales Werk, welches in den Abhandlungen der Senkenbergischen Gesellschaft Ihrer Vaterstadt Frankfurt 1876 veröffentlicht, ein würdiges Seitenstück auf tierischem Gebiet zu STRASBURGERS berühmtem Buch über »Zellbildung und Zellteilung« bildet. Als scharfsinniger und ausdauernder Beobachter konnten Sie schon mit den einfachen, damals gebräuchlichen Mitteln der mikroskopischen Technik in den ersten Stadien der Entwicklung des tierischen Eies und im Lebenszyklus der Infusorien zahlreiche neue Erscheinungen beobachten, welche bald zum Ausgangspunkt weiter sich anschließender Entdeckungen von großer biologischer Wichtigkeit geworden sind, auf dem Gebiete der Reife und Befruchtung des Eies, der Zellteilung und der Protozoenkunde.

Neben den Zellproblemen hat das Leben der einzelligen Organismen jahrzehntelang Ihr besonderes Interesse erregt. Außer den Infusorien haben Sie auch den Bau und die Lebensverhältnisse vieler Rhizopoden, ferner der Cilioflagellaten und Noctilucen, der Bakterien und Cyanophyceen studiert. Bei der Herausgabe von BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs konnte daher die Naturgeschichte der Protozoen gewiß von niemand besser als von Ihnen in zusammenfassender und sachkundiger Weise bearbeitet werden.

Ein drittes Gebiet, zu dessen Aufklärung Sie in verschiedenen Zeiten immer wieder zum Mikroskop gegriffen haben, ist die vielumstrittene Frage nach der feineren Struktur des Protoplasma gewesen. Hier wurden Sie zum Begründer der Schaum- oder Wabentheorie, welche viele Anhänger unter Botanikern und Zoologen gewonnen und jedenfalls unseren Einblick in die Struktur der lebenden Substanz wesentlich erweitert hat. Bemüht, alle Lebensvorgänge von weiteren Gesichtspunkten aus zu beurteilen, nahmen Sie die Wabentheorie zum Ausgangspunkt für vergleichende Untersuchungen, auch der Struktur lebloser Substanzen. Durch Vermischung von eingedicktem Olivenöl mit kohlensaurem Kali oder mit Kochsalz oder mit Rohrzucker gelang es Ihnen, feinste Schäume herzustellen, deren Grundmasse Öl ist, das von zahlreichen, allseitig abgeschlossenen und von wässeriger Flüssigkeit erfüllten Räumchen durchsetzt ist. Sie erforschten an ihnen mit Hilfe stärkster Vergrößerung die Regeln der Wabenanordnung. Sie stellten die Bildung einer besonderen Alveolarschicht als Begrenzung der Oberfläche, die Anordnung beigemischter Rußpartikelchen in den Knotenpunkten des Wabenwerkes fest und konnten zugleich darauf hinweisen, wie ähnliche Verhältnisse sich auch in der Wabenstruktur des Protoplasma wiederfinden lassen. Im Verlauf Ihrer Experimente machten Sie die interessante und Aufsehen erregende Beobachtung, daß die von Ihnen hergestellten künstlichen chemischen Gemische Bewegungsvorgänge zeigen, welche eine außerordentliche Ähnlichkeit mit der Bewegung lebenden Protoplasmas darbieten. Sie wurden hierdurch angeregt, im Anschluß an den Physiker Quincke eine mechanische Theorie der Protoplasmabewegungen auszuarbeiten. Ihren Studien über künstliche Schäume reihten Sie dann später noch »Untersuchungen über die Mikrostruktur künstlicher und natürlicher Kieselsäuregallerten« sowie einiger anderer Substanzen an.

Vom Beginn Ihrer wissenschaftlichen Laufbahn an haben Sie den Schwerpunkt Ihrer Tätigkeit auf die Erforschung des Tatsächlichen gelegt. Abhold voreiligen Hypothesen, haben Sie unbeirrt an der Ansicht festgehalten, der Sie schon als junger Forscher in Ihrem ersterwähnten berühmten Werk in dem Motto des Titelblattes: »Grau, teurer Freund, ist alle Theorie«, Ausdruck gegeben haben.

Möge Ihnen vergönnt sein, auch in den weiteren Lebensjahren neue Beobachtungen von gleicher Bedeutung zu dem reichen Schatz Ihrer Lebensarbeit noch hinzuzufügen!

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 10. Januar 1918.

1917.
LII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: i. V. Hr. Planck.

1. Hr. Hellmann sprach »Über strenge Winter«.

Es wird eine neue Methode zur Vergleichung der Winter untereinander entwickelt und auf die letzten 150 Jahre in Berlin angewandt. In diesem Zeitraum hat es 24 sehr strenge Winter gegeben. Der strengste war der von 1829/30, dem der Winter 1788/89 nur wenig nachstand. Der letzte Winter (1916/17) kann nur als mittelstreng bezeichnet werden. Die Zahl der sehr strengen Winter hat seit etwa der Mitte des 19. Jahrhunderts stark abgenommen, während sie in der Periode 1788 bis 1845 groß war, nämlich 17. Es liegt also eine sicher nachgewiesene Klimaschwankung vor. Zur Ausbildung eines sehr strengen Berliner Winters gehört das Vorhandensein einer langandauernden Schneedecke und die Verlagerung des sibirischen Luftdruckmaximums nach Westen bis nach Finnland oder Schweden.

2. Hr. Correns legte eine Abhandlung von Hrn. Prof. Dr. Max Hartmann, Abteilungsvorsteher am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem vor: »Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonadinen (Volvocales). II. Mitteilung. Über die dauernde, rein agame Züchtung von *Eudorina elegans* und ihre Bedeutung für das Befruchtungs- und Todproblem.«

Von *Eudorina elegans* konnte die Befruchtung bzw. geschlechtliche Fortpflanzung durch Züchtung in Nährsalzlösung bestimmter Konzentration völlig ausgeschaltet werden, und es wurden in genau kontrollierten Zählkulturen während 2½ Jahren 550 Generationen ohne jegliche Degeneration und Depression sowie ohne sonstige Zellregulation erhalten. Nach diesem Zuchtresultat darf wohl angenommen werden, daß eine solche, rein agame Zucht in dieser Weise dauernd möglich ist. Die Frage, ob die Bedeutung der Befruchtung in einer Verjüngung bestehe, ist damit im negativen Sinne entschieden.

Über strenge Winter.

Von G. Hellmann.

Der letzte Winter (1916/17), der vielfach für strenger gehalten wurde, als er in Wirklichkeit war, gab mir die unmittelbare Veranlassung zu der vorliegenden Untersuchung, in der der Versuch gemacht wird, eine neue Methode zur Bestimmung des Temperaturcharakters der Winter zu entwickeln und bei ihrer Anwendung auf die letzten 150 Jahre in Berlin einige Ergebnisse abzuleiten.

Die Literatur über einzelne sehr strenge und über sehr milde Winter in Europa ist groß. Es fehlt auch nicht an zusammenfassenden Darstellungen darüber, aber in allen vermißt man eine strengere Methode zur Vergleichung der Winter untereinander. Die älteren Autoren, wie Pilgram, Mann, Pfaff, Peignot und Arago, beurteilen den Temperaturcharakter eines Winters meist nur nach den in ihm eingetretenen Temperaturextremen, die Cotte für mehrere Orte sogar zu regionaler Mittelbildung vereinigt. Später wurde zur Klassifizierung, namentlich der strengen Winter, die stets im Vordergrunde des Interesses standen, oft die mittlere Temperatur der ganzen Jahreszeit benutzt. Sie ist dazu aber wenig geeignet, weil der Winter nur höchst selten einen einheitlichen Witterungscharakter besitzt, vielmehr gewöhnlich Perioden mit positiven und negativen Anomalien miteinander abwechseln, so daß sich im Mittelwert der Temperatur ein Ausgleich vollzieht. Es kann daher vorkommen, daß ein Winter nach seinem Mittelwert beurteilt normal erscheint, während er in Wirklichkeit teils zu kalt, teils zu warm war. Auch die Summe der Abweichungen der einzelnen Monatsmittel von den Normalwerten, so brauchbare Ergebnisse sie mir bei anderer Gelegenheit geliefert hat (Über gewisse Gesetzmäßigkeiten im Wechsel der Witterung aufeinanderfolgender Jahreszeiten, diese Sitzungsberichte 1885, 205—214), eignet sich nicht zum Vergleich der Winter untereinander, weil auch innerhalb eines Monats der Witterungscharakter sehr häufig wechselt. Viel eher könnte man fünftägige Zeiträume (Pentaden) dazu benutzen und die Summe der negativen Abweichungen der Pentaden in den drei Monaten des meteorologischen

Winters (Dezember, Januar, Februar) oder, mit Rücksicht auf die Vorwinter und Nachwinter, in den fünf Monaten November bis März als ein Maß der Winterkälte ansehen. Noch genauer aber wird man die wirklichen Verhältnisse erfassen, wenn man auf den Tag als Zeiteinheit zurückgeht. Den einzigen Versuch dieser Art hat meines Wissens A. Angot gemacht (Sur un mode de classification des hivers. Annuaire d. l. Soc. météorol. d. France 1913. 109—112). Er zieht alle Tage, an denen die Temperatur unter Null Grad gesunken ist (Frosttage) in Betracht und hält die Summe der an diesen Tagen beobachteten Temperaturminima für die geeignetste Vergleichszahl. Zugleich teilt er die betreffenden Summen aus dem Zeitraum 1872/73—1911/12 für Paris mit. Da aber nicht bloß bei uns, sondern auch in Paris sowie überhaupt im größten Teil von Nord- und Mitteleuropa die Temperatur häufig noch im Frühjahr und ebenso schon im Herbst bei Nacht unter 0° herabgeht, während es tagsüber recht warm werden kann, so erweist sich die Summe aller negativen Temperaturminima zur Charakterisierung des eigentlichen Winters als nicht sehr passend. Richtiger erscheint es mir, die Eistage dazu zu wählen, d. h. diejenigen Tage, an denen die Temperatur den ganzen Tag hindurch unter dem Eispunkt bleibt. Das sind richtige Wintertage.

Die Summe der an den Eistagen eingetretenen niedrigsten Temperaturen oder, vielleicht noch besser, die Summe der Mitteltemperaturen der Eistage würde eine gute Charakterzahl für die Vergleichung der Winter untereinander liefern. Da aber Minimumthermometer in Berlin erst seit 1829 regelmäßig im Gebrauch sind — auch in anderen langen Beobachtungsreihen des In- und Auslandes wurden Extremthermometer kaum viel früher eingeführt —, läßt sich diese Methode der Darstellung der Winterkälte erst vom Winter 1829/30 ab in Anwendung bringen. Um nun die besonders strengen Winter aus dem Ende des 18. und dem Anfang des 19. Jahrhunderts mit zum Vergleich heranziehen zu können, mußte ich einen anderen Weg einschlagen. Es lag nahe, statt der Eistage die Tage mit negativem Temperaturmittel zu nehmen. Letztere sind etwas zahlreicher als erstere, weil es manche Tage gibt, deren Temperaturmittel zwar unter 0° liegt, an denen aber die Temperatur zeitweilig über den Gefrierpunkt steigt.

Zur Prüfung der Frage, wieweit unter sich vergleichbare Zahlenwerte durch beide Methoden erhalten werden, wurde für die 14 kältesten Winter von 1829/30 bis jetzt sowohl die Summe der Temperaturmittel an den Eistagen als auch die Summe der negativen Tagesmittel gebildet, und zwar immer für die fünf Monate von November bis März. Die graphische Darstellung der beiden erhaltenen Zahlenreihen durch Kurven zeigt, daß diese fast parallel zueinander verlaufen, was

Tab. 1. Charakterzahlen der Winter 1766/67 bis 1916/17 in Berlin.

Winter	November bis März: Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur						Zahl	Tagesmittel ≤ −10°			Dezember bis Februar: Tagesmittel ≤ −6°		
	November	Dezember	Januar	Februar	März	November bis März	November bis März	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Niedrigstes Tagesmittel	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Höchstes Tagesmittel
1766/67	0	6	179	16	0	201	33	7	5	−14.3	18	18	9.6
67/68	0	48	108	48	18	222	45	6	5	−14.1	14	6	10.2
68/69	0	12	21	38	1	72	18	—	—	− 9.6	5	1	9.1
69/70	14	32	74	24	44	188	61	—	—	− 9.6	4	2	7.1
1770/71	20	6	111	91	52	280	70	2	1	−11.2	4	4	8.6
71/72	14	5	41	16	15	91	47	—	—	− 6.4	5	2	11.4
72/73	0	18	28	59	7	112	39	—	—	− 9.6	9	4	7.5
73/74	17	4	81	32	1	135	39	—	—	− 7.9	8	3	8.5
74/75	97	80	79	11	0	267	55	7	4	−15.9	5	2	7.9
75/76	10	32	303	24	0	369	54	13	4	−20.8	2	1	8.5
76/77	4	46	107	103	20	280	74	1	1	−11.9	—	—	5.4
77/78	0	28	80	59	4	171	51	—	—	− 8.5	1	1	6.9
78/79	0	0	64	2	0	66	20	—	—	− 8.8	22	4	10.8
79/80	1	15	92	56	0	164	54	—	—	− 9.2	6	3	11.4
1780/81	0	56	77	18	0	151	49	—	—	− 8.3	1	1	7.1
81/82	0	65	25	124	27	241	57	4	3	−16.0	8	2	8.3
82/83	18	34	37	3	17	109	43	—	—	− 7.8	19	12	8.5
83/84	5	96	202	94	14	411	85	12	12	−16.6	—	—	4.2
84/85	0	41	47	86	104	278	85	1	1	−18.3	—	—	5.2
85/86	1	15	84	49	67	216	40	5	5	−14.6	5	4	9.7
86/87	51	52	77	10	0	190	50	—	—	− 9.8	1	1	6.3
87/88	5	5	20	71	32	133	51	—	—	− 8.9	5	4	9.4
88/89	33	346	179	6	88	652	81	27	15	−21.9	2	2	7.2
89/90	9	5	8	9	0	31	16	—	—	− 3.9	13	4	10.9
1790/91	4	7	4	11	0	26	18	—	—	− 4.3	3	1	7.6
91/92	26	10	71	107	27	241	61	3	2	−13.5	3	2	7.0
92/93	17	27	113	0	10	167	45	2	2	−15.7	5	2	7.2
93/94	0	20	46	4	1	71	30	—	—	− 5.7	9	5	10.2
94/95	3	123	266	50	16	458	78	17	7	−19.2	3	3	8.0
95/96	0	3	1	21	40	65	21	—	—	− 6.8	31	10	10.9
96/97	4	88	37	2	9	140	45	—	—	− 8.5	3	2	7.0
97/98	5	2	24	11	6	48	30	—	—	− 5.6	3	2	6.8
98/99	26	172	176	169	24	567	83	15	6	−20.4	—	—	5.6
99/00	5	183	133	118	107	546	93	13	4	−20.1	—	—	5.2
1800/01	0	34	24	67	0	125	46	—	—	− 8.2	2	2	6.8
01/02	0	33	116	8	1	158	40	4	4	−15.4	2	1	7.2
02/03	0	8	276	110	20	414	57	19	6	−17.4	2	2	7.8
03/04	3	84	29	71	76	263	69	3	2	−12.8	18	6	8.9
04/05	38	161	217	83	17	516	95	14	5	−19.1	—	—	4.6
05/06	23	34	7	9	5	78	40	—	—	− 6.8	8	2	9.6
06/07	0	3	28	12	20	63	42	—	—	− 3.9	14	5	9.6
07/08	2	3	60	61	58	184	67	1	1	−10.7	—	—	5.4
08/09	12	196	206	28	8	450	75	15	4	−19.4	7	4	8.0
09/10	5	4	118	72	3	202	53	3	2	−13.0	2	1	6.3
1810/11	8	14	178	53	0	253	49	6	3	−15.4	1	1	7.6
11/12	4	13	107	39	11	174	62	1	1	−10.2	3	2	6.3
12/13	20	236	116	15	20	407	75	13	10	−17.2	4	2	9.8
13/14	5	8	158	182	51	404	77	7	4	−17.2	—	—	3.9
14/15	0	51	171	12	1	235	51	5	4	−12.2	9	7	10.0
15/16	15	92	44	87	8	246	64	7	5	−14.4	—	—	5.2
16/17	56	59	22	0	0	137	39	—	—	− 7.8	2	1	6.3
17/18	0	55	41	27	0	123	38	2	2	−14.1	6	3	10.2
18/19	7	63	18	1	0	89	36	—	—	− 8.3	—	—	5.9
19/20	15	131	208	25	8	387	72	13	10	−21.7	—	—	5.0

Winter	November bis März										Dezember bis Februar		
	Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur						Zahl	Tagesmittel ≦ −10°			Tagesmittel ≧ 6°		
	November	Dezember	Januar	Februar	März	November bis März	November bis März	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Niedrigstes Tagesmittel	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Höchstes Tagesmittel
1820/21	35	145	40	40	36	296	62	7	3	−14.4	6	5	9.1
21/22	0	0	13	0	0	13	8	—	—	− 3.5	13	3	8.7
22/23	9	104	324	32	0	469	56	22	7	−19.8	1	1	6.1
23/24	1	6	6	2	3	18	15	—	—	− 2.4	9	5	11.8
24/25	0	0	4	31	36	71	26	—	—	− 7.0	14	3	9.6
25/26	0	2	181	11	0	194	34	6	4	−17.3	10	4	8.2
26/27	2	5	100	193	1	301	53	8	2	−15.6	3	3	7.7
27/28	24	18	131	86	9	268	44	7	5	−16.8	6	2	9.1
28/29	8	28	191	124	12	363	71	8	5	−18.5	6	3	10.2
29/30	36	274	238	127	8	683	94	28	13	−20.4	1	1	6.6
1830/31	2	51	149	34	0	236	51	10	5	−13.9	2	2	7.6
31/32	16	47	74	11	3	151	42	2	2	−13.8	8	8	11.9
32/33	8	18	116	9	21	172	48	—	—	− 9.8	6	3	11.5
33/34	3	3	10	24	1	41	27	—	—	− 4.8	25	7	11.1
34/35	12	10	26	5	0	53	24	—	—	− 4.8	15	3	8.2
35/36	47	72	56	15	0	190	52	3	2	−12.8	3	1	7.5
36/37	15	59	40	48	33	195	49	1	1	−10.6	12	6	8.4
37/38	0	42	317	148	2	509	67	22	9	−20.2	2	1	6.4
38/39	47	36	42	17	33	175	64	—	—	− 8.5	5	5	8.1
39/40	0	64	108	19	10	201	48	6	4	−15.8	9	3	10.6
1840/41	0	187	89	161	23	460	77	14	9	−17.2	—	—	5.4
41/42	0	0	127	23	1	151	37	—	—	− 9.8	4	2	10.0
42/43	38	3	26	0	12	79	30	—	—	− 5.8	9	3	8.0
43/44	0	2	66	50	11	129	42	1	1	−10.5	6	4	9.2
44/45	3	150	31	166	155	505	99	11	4	−14.4	—	—	3.0
45/46	0	11	56	10	0	77	26	—	—	− 8.8	9	6	10.0
46/47	2	126	131	59	19	337	78	3	2	−10.4	—	—	5.8
47/48	0	82	293	8	3	386	59	13	6	−16.8	11	5	9.6
48/49	0	57	131	2	7	197	34	4	3	−15.5	19	7	11.7
49/50	31	112	210	3	34	390	71	11	3	−19.1	8	3	8.4
1850/51	4	13	28	11	21	77	42	—	—	− 6.5	6	2	7.3
51/52	15	14	0	11	20	60	36	—	—	− 4.5	13	6	10.1
52/53	2	5	0	65	80	152	44	—	—	− 7.8	16	5	9.7
53/54	15	99	45	27	0	186	60	1	1	−11.9	2	1	6.7
54/55	14	2	105	214	9	344	60	12	4	−19.0	3	1	6.7
55/56	20	151	48	32	15	266	64	6	4	−15.2	9	5	8.8
56/57	24	27	73	38	5	167	51	2	2	−10.9	8	3	10.7
57/58	10	4	81	113	38	246	60	3	2	−10.7	6	4	10.4
58/59	38	22	17	1	1	79	39	—	—	− 7.2	9	2	8.7
59/60	2	82	14	34	17	149	50	—	—	− 9.2	6	6	8.8
1860/61	4	85	194	2	0	285	47	12	6	−16.9	8	6	10.0
61/62	3	13	99	42	5	162	45	3	3	−12.3	3	2	8.4
62/63	29	38	8	0	1	76	30	—	—	− 9.9	11	3	8.7
63/64	3	13	174	45	0	235	44	7	2	−13.3	8	2	7.5
64/65	6	92	52	150	27	327	73	4	2	−12.9	—	—	5.1
65/66	0	2	3	11	4	20	16	—	—	− 4.9	22	9	10.2
66/67	2	11	58	1	32	104	41	—	—	− 8.1	14	4	9.9
67/68	2	58	75	0	0	135	37	2	2	−11.2	11	5	9.2
68/69	7	3	64	1	1	76	28	1	1	−10.5	27	8	10.9
69/70	3	26	26	167	6	228	52	8	8	−15.9	3	2	7.8
1870/71	0	138	167	108	0	413	62	16	6	−17.9	6	2	8.6
71/72	3	74	17	9	0	103	36	1	1	−12.1	—	—	5.0
72/73	0	16	14	27	0	57	23	—	—	− 7.2	14	7	9.5
73/74	0	12	6	13	0	31	17	—	—	− 5.9	11	3	8.3
74/75	2	35	34	107	29	207	62	1	1	−11.7	8	7	10.0
75/76	20	80	89	20	0	209	47	1	1	−12.7	8	2	10.0

Winter	November bis März										Dezember bis Februar		
	Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur						Zahl	Tagesmittel ≦ −10°			Tagesmittel ≧ 6°		
	November	Dezember	Januar	Februar	März	November bis März	November bis März	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Niedrigstes Tagesmittel	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Höchstes Tagesmittel
1876/77	21	86	9	5	16	137	33	5	5	−15.8	23	8	11.3
77/78	0	13	9	2	2	26	17	—	—	− 6.3	12	5	8.3
78/79	0	23	85	34	13	155	54	1	1	−10.1	5	3	9.6
79/80	21	144	62	16	2	245	62	2	1	−15.0	4	2	8.4
1880/81	0	1	157	30	18	206	47	5	3	−13.1	8	2	8.6
81/82	4	6	9	8	0	27	22	—	—	− 3.3	9	2	11.3
82/83	8	20	42	7	51	128	50	—	—	− 6.7	7	3	9.6
83/84	0	23	5	4	4	36	18	—	—	− 5.1	17	4	9.5
84/85	32	12	81	9	2	136	41	—	—	− 9.0	16	4	11.3
85/86	10	32	53	100	73	268	77	2	2	−11.4	3	1	6.7
86/87	0	17	98	35	17	167	49	5	5	−12.4	3	2	7.0
87/88	5	40	61	77	66	249	64	1	1	−10.3	2	1	7.9
88/89	20	7	101	60	40	228	59	3	2	−11.7	1	1	7.2
89/90	3	35	8	37	23	106	43	—	—	− 6.2	2	1	6.5
1890/91	43	142	120	13	3	321	64	11	4	−14.1	—	—	4.0
91/92	0	14	85	28	31	158	45	2	2	−11.7	9	3	10.4
92/93	23	52	238	25	0	338	56	12	6	−18.5	8	3	7.7
93/94	2	15	84	17	0	118	37	2	2	−15.0	9	3	9.9
94/95	2	17	92	113	13	237	63	5	2	−10.6	—	—	5.1
95/96	21	46	30	24	2	123	44	—	—	− 8.8	4	3	7.5
96/97	14	35	97	50	0	196	54	—	—	− 9.6	5	5	9.6
97/98	4	4	4	3	0	15	16	—	—	− 2.1	5	2	8.1
98/99	1	2	8	19	19	49	27	—	—	− 5.2	26	9	10.4
99/00	0	116	35	29	17	197	43	5	2	−13.2	8	4	10.1
1900/01	0	9	129	84	6	228	50	5	5	−12.8	6	2	7.6
01/02	0	16	3	34	7	60	36	—	—	− 5.3	11	3	10.5
02/03	32	104	64	5	0	205	42	2	2	−10.4	16	3	10.8
03/04	0	27	39	19	7	92	39	—	—	− 6.6	2	2	6.5
04/05	0	10	61	6	0	77	22	1	1	−10.8	8	3	9.2
05/06	0	15	36	0	2	53	23	—	—	− 8.4	8	2	9.5
06/07	0	84	71	48	2	205	46	5	4	−15.2	3	2	8.2
07/08	10	31	43	6	2	92	37	—	—	− 8.7	8	3	8.0
08/09	17	74	54	59	19	223	70	4	4	−14.7	1	1	6.3
09/10	5	10	8	1	0	24	19	—	—	− 3.4	18	3	8.5
1910/11	2	5	19	10	0	36	26	—	—	− 4.4	12	3	8.0
11/12	0	0	113	49	0	162	27	6	3	−12.7	11	4	11.2
12/13	1	0	42	12	0	55	22	—	—	− 7.8	15	7	9.2
13/14	0	3	84	0	0	87	23	—	—	− 8.6	13	5	9.2
14/15	4	3	29	17	20	73	33	—	—	− 5.8	11	3	10.9
15/16	20	20	7	14	0	61	23	1	1	−10.0	15	5	10.0
16/17	6	3	86	96	46	237	60	4	4	−14.5	6	2	8.2
Mittel 1766/67 bis 1915/16	10.0	47.4	82.2	42.1	15.4	197.1	41.0	4.0	—	—	7.1	—	—

auch darin zum Ausdruck kommt, daß der Quotient beider Summen um den Mittelwert 1·08 nur wenig schwankt. Es ist somit gerechtfertigt, die Summe aller Tagesmittel der Temperatur unter 0° in den 150 bzw. 151 Tagen zwischen dem ersten November und letzten März als ein Maß für die Winterkälte anzusehen.

Zur Nutzanwendung der neuen Methode wählte ich die lange Beobachtungsreihe von Berlin, da hier die Temperaturmittel für alle Tage der 150 Jahre von 1766 bis 1915 schon für andere Zwecke berechnet vorlagen und ohne weiteres dafür verwendet werden konnten[1]. Die erlangten Ergebnisse haben aber nicht bloß für den Beobachtungsort Gültigkeit, sondern für das mittlere Norddeutschland, da Temperaturanomalien nicht lokal auftreten, sondern eine größere räumliche Ausdehnung haben.

Aus Tabelle 1 ergibt sich, daß die Summe der negativen Temperaturmittel in den genannten 150 Wintern zwischen 13 (1821/22) und 683 (1829/30) schwankt und im Mittel 197 beträgt. Wenn der Mittelwert der unteren festen Grenze (Null) sehr viel näher liegt als der oberen, so stimmt das mit der schon lange bekannten Tatsache überein, daß im Winter die größte negative Temperaturanomalie in ihrem Betrage die größte positive erheblich übertrifft, oder, was auf dasselbe hinausläuft, daß, nach dem Mittelwert beurteilt, milde Winter häufiger sind als strenge. Die Verteilung nach Schwellenwerten ist folgende:

Summe der negativen Tagesmittel	Anzahl	Summe der negativen Tagesmittel	Anzahl
1—40	12	361—400	5
41—80	25	401—440	5
81—120	11	441—480	4
121—160	20	481—520	3
161—200	20	521—560	1
201—240	18	561—600	1
241—280	15	601—640	0
281—320	3	641—680	1
321—360	5	681—720	1

Der erste häufigste oder Scheitelwert liegt etwa bei 60, der zweite bei 160, beide also unterhalb des Mittelwertes 197; oberhalb 280 erfolgt eine rasche Abnahme in der Anzahl, d. h. Winter, in denen die Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur den Wert 280° übersteigt, dürfen zu den selteneren gerechnet werden.

So geeignet die Summe der negativen Temperaturmittel zu einem ersten Vergleich der Winter untereinander ist, so erweist sie sich zur näheren Charakterisierung der Winter noch nicht als ausreichend, da

[1] Vgl. G. HELLMANN, Die wärmsten und die kältesten Tage in Berlin seit 1766. Bericht über die Tätigkeit des Kgl. Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1916. Berlin 1917. 8°.

es eine große Bedeutung hat, zu wissen, wie sie zustande gekommen ist. Eine hohe Summe kann nämlich einmal dadurch entstehen, daß fast den ganzen Winter hindurch mäßige Kälte (z. B. 100 Tage lang Temperaturmittel von —4° bis —5°) geherrscht hat, sodann aber auch auf die Weise, daß es kurze Zeit ungewöhnlich kalt war, während im übrigen Teil des Winters mäßige Kälte überwog. Es ist daher notwendig, außer der Zahl der Tage mit negativen Temperaturmitteln auch die Zahl der Tage mit extremen Temperaturen anzugeben. Für die strengen Winter habe ich als Schwellenwert das Tagesmittel von —10° gewählt und für die milden das von 6°, entsprechend dem empirischen Gesetz, daß im Winter die negativen Anomalien nahezu doppelt so groß sind als die positiven. Da ferner die Strenge oder die Milde eines Winters um so stärker empfunden wird, je mehr solche Tage mit extremen Temperaturen unmittelbar aufeinander folgen, wurde auch deren größte Zahl in Tabelle 1 mitgeteilt. Schließlich enthält sie auch die absolut niedrigsten und höchsten Tagesmittel. Diese höchsten Tagesmittel sowie die Zahlen für die Häufigkeit der Tagesmittel $>6°$ gelten aber nur für die drei Monate des eigentlichen Winters (Dezember, Januar, Februar), da es nichts Auffälliges ist, wenn im März schon solche warmen Tage auftreten. Dann sprechen wir von einem Vorfrühling und fassen die Witterung nicht mehr als milden Winter auf. Und ebenso im November, in dem mildes Wetter uns als ein verspäteter oder verlängerter Herbst erscheint. Dagegen wird strenge Kälte im November und im März mit Recht als Vorwinter bzw. Nach- oder Spätwinter bezeichnet.

So enthält also Tabelle 1 die zur Beurteilung der Berliner Winter von 1766 bis jetzt notwendigen Charakterzahlen und kann als Ausgangspunkt von mancherlei Untersuchungen dienen. Hier soll nur auf die sehr strengen Winter näher eingegangen werden.

Sehr strenge Winter.

Eine natürliche Grenze zwischen strengen und sehr strengen Wintern gibt es nicht. Ich will zu den sehr strengen Wintern alle diejenigen rechnen, bei denen die Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur vom 1. November bis 31. März mindestens 320° und zugleich die Zahl der Tagesmittel $\leqq -10°$ mindestens 7 (Dauer einer Woche) beträgt[1]. In den 150 Jahren seit 1766/67 hat es 24 solche

[1] Bei der Beurteilung der Strenge eines Winters wäre eigentlich das Ausdehnungsgebiet mit zu berücksichtigen, doch läßt es sich hier nicht in Betracht ziehen, da die Summen der negativen Tagesmittel für dieselbe Periode von anderen Orten nicht zu haben sind. Auch die Windstärke muß außer acht bleiben.

Tab. 2. Die strengsten Winter in Berlin von 1766 bis 1917.

Winter	Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur	Zahl der negativen Tagesmittel der Temperatur	Tagesmittel ≦ −10° Anzahl	Tagesmittel ≦ −10° Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Tagesmittel ≦ −15° Anzahl	Tagesmittel ≦ −15° Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Niedrigstes Tagesmittel Betrag	Niedrigstes Tagesmittel Datum	Niedrigste beobachtete Temperatur[1] Betrag	Niedrigste beobachtete Temperatur[1] Datum
1829/30	683	94	28	13	11	5	−20.4	29. Jan.	−25.0 −22.0	29. Jan 22. Dez.
1788/89	652	81	27	15	13	5	−21.9	16. Dez.	(−25.6)	28. Dez.
1798/99	567	83	15	6	8	4 (2 mal)	−20.4 −19.4	25. Dez 7. Feb.	(−22.2) (−23.3)	24. Dez. 9. Feb.
1799/1800	546	93	13	4	2	2	−20.1	29. Dez.	(−23.6)	29. Dez.
1804/05	516	95	14	5	3	3	−19.1	31. Dez.	(−22.2)	31. Dez.
1837/38	509	67	22	9	7	4	−20.2	17. Jan.	−24.4	17. Jan.
1844/45	505	99	11	4	—	—	−14.4	16. März	−19.0	12. Feb.
1822/23	469	56	22	7	6	3 (2 mal)	−19.8	22. Jan.	(−26.2)	22. Jan.
1840/41	460	77	14	9	6	3	−17.2 −17.0	15. Dez. 8. Feb.	−19.2	16. Dez.
1794/95	458	78	17	7	5	5	−19.2	23. Jan.	(−22.2	24. Jan.
1808/09	450	75	15	4 (2 mal)	3	2	−19.4	6. Jan.	(−23.3)	6. Jan.
1802/03	414	57	19	6	4	2 (2 mal)	−17.4	26. Jan.	(−20.0)	26. Jan.
1870/71	413	62	16	6	5	2 (2 mal)	−17.9 −16.5	1. Jan. 10. Feb	−20.8 −20.5	1. Jan. 11. Feb.
1783/84	411	85	12	12	3	1	−16.6	7. Jan.	(−18.8)	17. Jan.
1812/13	407	75	13	10	3	2	−17.2	19. Dez.	(−19.4)	17. Dez.
1813/14	404	77	7	4	1	1	−17.2	23. Feb.	(−20.6)	23. Feb.
1849/50	390	71	11	3 (3 mal)	3	3	−19.1	22. Jan.	−25.0	22. Jan.
1819/20	387	72	13	10	4	3	−21.7 −20.9	10. Jan. 15. Jan.	(−25.0)	15. Jan.
1847/48	386	59	13	6	5	3	−16.8 −16.6	6. Jan 26. Jan.	−20.8 −20.1	7. Jan. 26. Jan.
1775/76	369	54	13	4 (2 mal)	6	3	−20.8	27. Jan.	(−23.1)	27. Jan.
1828/29	363	71	8	5	3	3	−18.5	21. 22. „	−24.5	23. Jan.
1854/55	344	60	12	4	2	2	−19.0	10. Feb.	−24.9	11. Feb.
1892/93	338	56	12	6	2	2	−18.5	18. Jan	−23.1	19. Jan.
1890/91	321	64	11	4	—	—	−14.1	30. Dez.	−18.5	17. Jan.
1739/40	432	85	14	5	4	4	−18.1	10. Jan.	(−21.5) (−19.6)	7. Feb. 10. Jan.

Winter gegeben, die in der Tabelle 2, nach der Größe der Summen geordnet und unter Hinzufügung einiger weiterer charakteristischer Angaben, zusammengestellt sind. Diese vergleichende Übersicht läßt die Vorteile der hier entwickelten Methode der Klassifizierung der Winter sofort erkennen; sie zeigt, daß im genannten Zeitraum der Winter 1829/30 weitaus der härteste war und daß der Winter 1788/89

[1] Zahlen in Klammern sind Terminbeobachtungen, nicht Ablesungen am Minimumthermometer.

ihm nur wenig nachsteht. Welche vergebliche Mühe hat sich dagegen Pfaff gegeben, um zu ermitteln, welcher von den drei großen Wintern des 18. Jahrhunderts (1708/09, 1739/40, 1788/89) der strengste war[1]. Diese Frage läßt sich jetzt beantworten. Wenn auch die aus dem Jahre 1709 vorliegenden Temperaturbeobachtungen (vgl. Grischow in den Miscell. Berolin. VI, 313) nicht ausreichen, um die Summe der negativen Tagesmittel zu bilden, so geht doch aus vielen von Pfaff und anderen Autoren beigebrachten Angaben deutlich hervor, daß der Winter von 1708/09 in Berlin weniger streng war als der von 1739/40[2]. Es erübrigt also nur zu entscheiden, welcher von den beiden Wintern 1739/40 und 1788/89 der kältere war. Die Kirchschen Originalbeobachtungen von 1739/40 sind zwar nicht mehr in Berlin vorhanden, aber glücklicherweise hat Gronau eine Abschrift genommen, die sich jetzt im Besitz der Königlichen Akademie der Wissenschaften befindet. Nach ihr konnten die Charakterzahlen für diesen Winter abgeleitet und sodann in die Tabelle 2 am Ende eingefügt werden. Man sieht, daß der Winter 1739/40 lange nicht so streng war wie der von 1788/89, und es steht somit fest, daß der allerstrengste Winter in zwei Jahrhunderten, dem 18. und 19., der Winter 1829/30 gewesen ist. Er sowohl wie der von 1788/89 verdienen darum eine kurze Beschreibung.

Der Winter 1829/30 begann ungewöhnlich früh. Nachdem schon vom 12. November ab Nachtfröste eingetreten waren, die so stark wurden, daß am 27. November bereits —9.8° am Minimumthermometer abgelesen wurde und die Kanäle zufroren, blieb das Thermometer vom 1. Dezember bis zum 7. Februar, mit Ausnahme des 6. bis 8. und 14.—17. Januar, dauernd unter dem Gefrierpunkt. Am 20. Dezember fiel Schnee, »2½ Fuß hoch«, und in den folgenden Tagen, namentlich am 24. Dezember, wiederholt »sehr starker Schnee«[3], worauf die Kälte erheblich zunahm: am 23. zeigte das Minimumthermometer —21.6° und am 27. Dezember —22.0° bei »schneidendem Ostwind«; auch um Mittag erhob sich in diesen Tagen das Thermometer nicht über —10° bis —15°. Am letzten Tage des Jahres und am Neujahrstag stellte sich bei NW »dichter feuchter Nebel« ein, und nach

[1] Die zahlreichen strengen Winter zu Ende des 18. und zu Anfang des 19. Jahrhunderts haben offenbar C. H. Pfaff dazu veranlaßt, eine zusammenfassende Untersuchung über solche Winter anzustellen, die er in zwei Bänden veröffentlichte: Über die strengen Winter vorzüglich des achtzehnten Jahrhunderts. Kiel 1809 und 1810. 8°.

[2] Der strenge Winter 1708/09 dauerte etwa vom 5. Januar bis 27. Februar; die größte Kälte scheint am 10. Januar 1709 gewesen zu sein, nämlich nur —19.1°. Die Reduktion der Skale auf Zentesimalgrade ist allerdings etwas unsicher. Beguélin (Nouv. Mém. Acad. Berlin 1784) verzeichnet als kältesten Tag den 12. Januar mit —18.0°.

[3] Der Gewährsmann ist der Beobachter Mädler, der in der Krausenstraße, also in der inneren Stadt, beobachtete.

»wenig merklichem« Tauwetter gegen Mitte Januar nahm nach abermaligen starken Schneefällen bei Winden aus dem östlichen Quadranten die Kälte wieder zu: am 29. zeigt das Minimumthermometer —25.0°, am 30. —24.3° (»auf dem freien Felde« —26 bis —28°). Es herrschte Bodennebel, und es fiel sogar am 31. Januar früh bei —21.6° Schnee[1]. Erst am 8. Februar machte ein »Glatteisregen« und plötzlich einsetzendes Tauwetter dem eigentlichen Winter ein Ende. Durch das Nachlassen der Kälte nach der Mitte des Dezember und im ersten Drittel des Januar zerfiel der Winter in drei Perioden, einen Vor-, Mittel- und Nachwinter.

Auch der Winter 1788/89 nahm schon im November seinen Anfang. Am 24. November sinkt das Tagesmittel auf —4.4°, und von diesem Tage bis zum 14. Januar, also 62 Tage lang, liegen die Temperaturmittel unter 0° (zwischen —2.0° und —21.9°). Die Kälte verstärkt sich, am 7. Dezember früh zeigt das Thermometer bei heiterem Wetter und NE-Wind bereits —18.3°, läßt aber vom 9. bis 12. etwas nach, um vom 13. ab von neuem zuzunehmen. Die tiefsten Temperaturen sind, wieder bei NE und hellem Himmel:

	früh	mittags	abends
15. Dezember	—22.8	—17.2	—21.7
16. »	—24.2	—19.4	—22.2.

Bei fallendem Barometer geht der Wind nach NW und zeitweilig SW um, es wird wärmer, und am 21. Dezember mittags steigt das Thermometer sogar bis auf 0°. Nun fällt an den Tagen vom 21. bis 25. viel Schnee, worauf es erheblich kälter wird. Schon am Morgen des 26. Dezember wird —13.3, am Abend —18.3 abgelesen; es tritt ein zweites Kältemaximum ein:

	früh	mittags	abends
27. Dezember	—18.3	—16.7	—22.2
28. »	—25.6	—17.8	—18.3.

Der Wind ist wieder NE, der Himmel heiter, nur am 28. morgens herrscht Nebel. Am 30. beginnt mit fallendem Barometer der Wind nach NW und W umzugehen, es wird trübe und etwas weniger kalt, gleichzeitig fällt Schnee; doch schon am 2. Januar hat bei stark steigendem Barometer der NE wieder die Herrschaft gewonnen und die Kälte versteift sich von neuem: am 4. Januar früh wird —19.4, abends

[1] Schneefall bei so tiefer Temperatur ist für Berlin etwas Ungewöhnliches, da nach Kassner (Meteorol. Zeitschr. 1908 S. 350) bisher nur ein Schneefall bei einer Temperatur zwischen —17 und —18° bekannt geworden ist. Mädler bemerkt ausdrücklich: »selbst in den allerkältesten Tagen fiel Schnee«. Aus anderen sehr strengen Wintern liegen Berichte über Eisstaub vor, der bei heiterem Himmel in der Sonne glitzerte, eine Erscheinung, die in den Polargebieten sehr häufig vorkommt.

— 20.0 und am 8. früh — 21.7 abgelesen. Am 13. Januar geht der Wind rechtsdrehend nach S und SW um, am 14. mittags fällt bei — 2.2° Glatteis, und mit dem am 15. früh einsetzenden Tauwetter geht der harte Winter in ganz ähnlicher Weise wie der von 1829/30, aber 3 Wochen früher, zu Ende.

Wie man sieht, zeigen sich viele gemeinsame Züge im Witterungsverlauf der beiden strengsten Winter. Sie treten auch bei den übrigen sehr strengen Wintern mehr oder weniger deutlich auf und gestatten das allgemeine Gepräge solcher Winter in Berlin abzuleiten:

1. In sehr strengen Wintern gibt es gewöhnlich mehrere (3 bis 4) Perioden größter Kälte, zwischen denen gelinderes Frostwetter oder leichtes Tauwetter herrscht. Eine Ausnahme machte der Winter 1783/84, der nur einen Zeitraum (von 12 Tagen) strengster Kälte hatte. Dafür gab es im Februar und März noch einen leichteren Nachwinter.

2. Wenn auch ein sehr strenger Winter oft schon im November anfängt oder erst im März endet, so tritt die größte Kälte doch meistens im Mittelwinter (Dezember, Januar) ein. Eine bemerkenswerte Ausnahme bietet der lange Winter 1844/45, in dem erst Mitte März die größte Kälte war. Späte Winter waren auch 1813/14, 1837/38, 1854/55. Die früheste Periode starker Kälte gehört dem Winter 1890/91 an, in dem die Tagesmittel des 26. und 27. November — 12.1° bzw. — 11.6° betrugen.

3. Zur Ausbildung eines sehr strengen Winters ist eine dicke, lange andauernde Schneedecke notwendig. Zu vielen Dutzend Malen findet man in den Beobachtungsjournalen die Bemerkung, daß nach starkem Schneefall die Kälte rasch zunahm. Die Ausstrahlung von der Oberfläche des frisch gefallenen Schnees, namentlich wenn er fein und pulverig ist, erniedrigt die Temperatur der auflagernden Luftschichten außerordentlich, zumal wenn heiterer Himmel und Windstille die Ausstrahlung begünstigt.

Die Zahl der Schneetage kommt dabei weniger in Betracht als die Menge des gefallenen Schnees und die Zahl der Tage mit Schneedecke. Über die beiden letzteren Elemente liegen leider nur unvollständige Beobachtungsreihen vor, doch kann ich für die Tage mit Schneedecke, deren durchschnittliche Zahl in Berlin 43 beträgt, bei einigen sehr strengen Wintern Angaben machen:

	Zahl der Tage mit Schneedecke	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage mit Schneedecke
1837/38	70	60 (5. Januar bis 5. März)
1840/41	63	43 (23. Januar bis 6. März)
1844/45	68	56 (27. Januar bis 23. März)
1849/50	86	45 (21. Dezember bis 3. Februar).

4. Die tiefsten in sehr strengen Berliner Wintern beobachteten Temperaturen liegen gewöhnlich zwischen —20° und —25°. Noch tiefer sank die Temperatur am 28. Dezember 1788[1] und am 22. Januar 1823, an welchen Tagen die Terminablesungen —25.6° bzw. —26.2° ergaben. Ein Minimumthermometer hätte wahrscheinlich —27° bis —28° angezeigt.

5. Sehr strenge Winter sind ausgezeichnet durch viel heiteres Wetter, das namentlich zur Zeit der größten Kälte vorherrscht; doch stellt sich dann auch manchmal leichter Bodennebel ein, seltener ist der Himmel bezogen.

6. In sehr strengen Wintern haben Winde aus dem östlichen Quadranten das Übergewicht. Während der größten Kälte wehte in allen in Tabelle 2 aufgeführten Wintern der Wind aus NE oder E. Daraus ist zu schließen, daß bezüglich der Luftdruckverteilung die strengsten Berliner Winter dem Typus A oder einem sehr ähnlichen der TEISSERENC DE BORTschen Nomenklatur angehören, d. h. sie verdanken ihr Entstehen der Verlagerung des sibirischen Luftdruckmaximums nach Westen bis nach Finnland oder gar Schweden. Diese Luftdruckverteilung verbunden mit dem Vorhandensein einer mächtigen Schneedecke dürfen als die Grundbedingungen unserer sehr strengen Winter angesehen werden.

Wenn das weit nach Westen vorgeschobene Hochdruckgebiet längere Zeit Bestand gehabt hat, gewissermaßen stabil geworden ist, zeigt es, auch wenn es zeitweilig zurückgedrängt wird, immer wieder das Bestreben, sich einzustellen. Durch diese oft mehrmals sich wiederholenden Vorstöße des sibirischen Maximums, die bis in das Frühjahr hinein stattfinden können, und die zumeist auch die ziemlich regelmäßigen Kälteeinbrüche gegen Mitte März in Deutschland verursachen, werden die oben unter 1 erwähnten Wiedereintritte strengster Kälte herbeigeführt. E. LESS hat diesem Gedanken in etwas anderem Zusammenhange schon Ausdruck gegeben (Über Eintritt und Wiederkehr strengerer Kälte. Landwirt. Jahrb. XXXVIII, Ergänzungsbd. V, 1909).

7. Daß zwei sehr strenge Winter unmittelbar hintereinander vorkommen, ist etwas seltenes. Die auffälligsten Beispiele waren die Winter 1798/99 und 1799/1800, 1812/13 und 1813/14, 1828/29 und 1829/30, 1846/47 und 1847/48. Dagegen ist ein sehr strenger Winter gar nicht so selten von einem oder mehreren strengen Wintern be-

[1] Am 28. Dezember 1788 früh notierten GRONAU und BRAND die oben angegebene Temperatur von —25.6° (—14° Fahrenheit), während der Beobachter der Akademie ACHARD —26.4°, ein Nachbar von GRONAU (also wahrscheinlich in der Parochialstraße) —26.7° und VON KNOBLAUCH sogar —28.3° ablas (»an einem völlig frei hängenden Thermometer«).

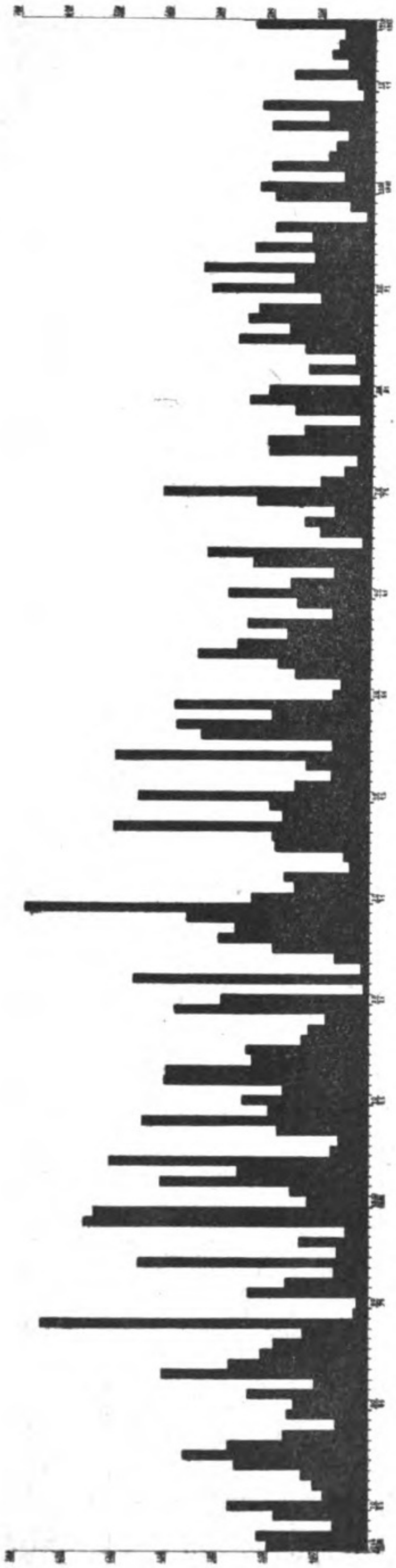
Tab. 3. Kälteste Perioden (Tagesmittel der Temperatur $\leqq -10^\circ$) in sehr strengen Wintern zu Berlin.

1775/76		1783/84		1788/89				1794/95		1798/99		1799/1800	
Jan. 7	−12.4	Dez. 31	−15.2	Dez. 6	−11.3	Dez. 26	−14.4	Dez. 18	−10.0	Dez. 13	−10.2	Dez. 19	−10.0
8	−12.2	Jan. 1	−13.9	7	−15.7	27	−19.1	19	−11.5	14	−10.4	20	−13.2
		2	−10.8			28	−20.6						
18	−12.4	3	−12.4	9	−12.0	29	−18.5	23	−11.3	24	−16.5	23	−10.6
19	−15.1	4	−15.3			30	−13.7	24	−13.7	25	**−20.4**		
20	−19.4	5	−14.7	13	−10.7	31	−12.2			26	−16.5	27	−11.8
21	−17.1	6	−14.0	14	−16.8	Jan. 1	−10.6	Jan. 2	−12.4	27	−17.2	28	−15.2
		7	**−16.6**	15	−20.6	2	−13.2	3	−13.2			29	**−20.1**
25	−11.0	8	−12.9	16	**−21.9**	3	−13.2	4	−10.7	Jan. 2	−10.6	30	−10.7
26	−14.5	9	−11.2	17	−18.3	4	−18.7						
27	**−20.8**	10	−13.2	18	−15.6	5	−14.6	13	−10.2	11	−13.2	Jan. 3	−11.5
28	−14.2	11	−12.4	19	−11.8	6	−13.5	14	−12.2	12	−12.2		
						7	−17.4	15	−14.4			5	−10.9
30	−14.6			23	−12.6	8	−19.1			Febr. 6	−13.2	6	−10.9
31	−16.3					9	−15.2	18	−10.2	7	−19.4	7	−12.2
Febr. 1	−16.1							19	−11.7	8	−18.5		
						13	−13.9	20	−18.1	9	−18.1	9	−10.9
								21	−18.0	10	−15.9	10	−12.8
								22	−17.5	11	−12.4		
								23	**−19.2**				
								24	−18.1				

1802/03		1804/05		1808/09		1812/13		1813/14		1819/20		1822/23	
Jan. 9	−10.6	Dez. 14	−10.6	Dez. 13	−13.9	Dez. 12	−11.7	Jan. 14	−12.2	Dez. 7	−11.1	Dez. 20	−10.2
10	−11.8			14	−14.4	13	−15.9	15	−12.6	8	−11.8		
11	−11.5	29	−12.2	15	−14.1	14	−16.7					22	−10.9
12	−12.2	30	−16.7	16	−12.6	15	−12.6	Febr. 15	−10.9	19	−12.0		
		31	**−19.1**			16	−12.8					30	−13.2
15	−15.2	Jan. 1	−15.2	18	−12.8	17	−10.7	22	−11.5	Jan. 7	−11.3	31	−13.9
16	−15.0	2	−10.4	19	−12.2	18	−12.6	23	**−17.2**	8	−12.2	Jan. 1	−13.0
17	−14.1					19	**−17.2**	24	−13.3	9	−16.9	2	−12.6
18	−14.6	5	−11.1	Jan. 4	−11.8	20	−14.6	25	−10.0	10	**−21.7**	3	−11.8
19	−12.4	6	−11.3	5	−18.9	21	−11.8			11	−19.8		
20	−11.3			6	**−19.4**					12	−11.7	5	−14.4
		9	−11.1	7	−12.6	24	−10.9			13	−10.6	6	−13.2
24	−10.6	10	−10.6			25	−12.6			14	−15.0	7	−13.2
25	−16.5			14	−12.4					15	−20.9	8	−14.1
26	**−17.4**	26	−10.4	15	−15.2	Jan. 18	−10.7			16	−14.8	9	−13.7
27	−12.2	27	−12.6	16	−12.2							10	−12.8
28	−11.1												
		Febr. 1	−11.7	20	−12.6							12	−10.2
Febr. 5	−10.4	2	−11.8	21	−13.3								
												21	−15.7
9	−11.1											22	**−19.8**
10	−14.4											23	−18.0
11	−10.7											24	−13.2
												25	−17.4
												26	−17.2
												27	−15.2
												Febr. 7	−10.2

1828/29		1829/30				1837/38		1840/41		1844/45	
Jan. 15	−12.7	Dez. 3	−11.0	Jan. 22	−11.1	Jan. 7	−14.2	Dez. 13	−11.6	Dez. 12	−12.8
		4	−12.1			8	−14.2	14	−15.0		
20	−14.3	5	−12.5	24	−10.3	9	−15.8	15	**−17.2**	Febr. 10	−11.6
21	**−18.5**	6	−12.1			10	−15.0	16	−16.0	11	−10.2
22	**−18.5**			26	−10.2			17	−12.0	12	−12.1
23	−17.7	22	−12.3	27	−12.0	12	−12.6				
24	−10.6	23	−18.3	28	−16.2	13	−12.6	Febr. 3	−11.8	19	−10.5
		24	−12.7	29	**−20.4**	14	−10.5	4	−15.8	20	−10.1
Febr. 11	−14.9	25	−14.3	30	−20.1	15	−11.3	5	−12.5		
12	−14.5	26	−18.0	31	−18.0	16	−15.4	6	−14.6	März 2	−12.5
		27	−14.4	Febr. 1	−15.0	17	**−20.2**	7	−15.0		
		28	−16.7	2	−12.6	18	−17.8	8	−17.0	13	−11.9
				3	−19.1	19	−17.0	9	−12.0	14	−12.6
		Jan. 5	−12.2	4	−16.4	20	−12.0	10	−11.6	15	−11.0
				5	−18.6			11	−10.7	16	**−14.4**
		13	−11.6	6	−12.0	22	−13.2				
				7	−11.6	23	−12.4				
						24	−16.3				
						Febr. 3	−14.4				
						5	−13.0				
						17	−13.3				
						18	−13.6				
						19	−10.4				
						20	−11.0				

1847/48		1849/50		1854/55		1870/71		1890/91		1892/93	
Jan. 4	−10.3	Dez. 11	−12.6	Jan 18	−12.7	Dez. 23	−14.8	Nov. 26	−12.1	Jan. 2	−12.0
5	−14.5	12	−13.3	19	−12.5	24	−15.0	27	−11.6		
6	**−16.8**	13	−10.1			25	−12.2			6	−13.3
7	−16.0			31	−11.8			Dez. 15	−10.8	7	−14.0
8	−14.8	23	−10.4	Febr. 1	−13.5	31	−12.5			8	−10.9
9	−10.6			2	−14.3	Jan. 1	**−17.9**	18	−10.3		
		Jan. 11	−11.0			2	−15.2	19	−10.7	12	−11.5
17	−11.4	12	−12.9	9	−16.7	3	−11.0				
18	−11.5	13	−10.8	10	**−19.0**			28	−12.8	14	−10.2
						30	−10.7	29	−14.0	15	−11.7
21	−10.2	15	−10.1	13	−10.1	31	−11.9	30	**−14.1**	16	−10.4
						Febr. 1	−11.8	31	−13.4	17	−13.5
26	−16.6	20	−16.3	17	−11.0					18	**−18.5**
27	−16.3	21	−16.5	18	−10.2	8	−10.8	Jan. 9	−10.0	19	−17.1
28	−15.0	22	**−19.1**	19	−12.6	9	−13.8				
29	−11.3			20	−12.3	10	−16.5	17	−11.3	23	−11.2
						11	−15.2				
						12	−13.4				
						13	−10.3				



Vergleichende Darstellung der Winterkälte (Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur vom 1. Nov. bis 31. März) in Berlin von 1766/67 bis 1916/17.

gleitet. Die beigegebene graphische Darstellung zeigt diese Fälle am besten.

8. Eine Gesetzmäßigkeit in der Wiederkehr sehr strenger Winter nach bestimmten Zeitintervallen, wie sie von DE LA SALLE, RENOU, KÖPPEN u. a. gesucht worden ist, habe ich in der 150jährigen Berliner Reihe nicht finden können, desgleichen auch keinen Zusammenhang mit der Sonnenfleckenperiode.

9. Dagegen zeigt sich aufs deutlichste eine große Klimaschwankung in dem Sinne, daß die Jahre von etwa 1788 bis 1845 besonders viele strenge Winter, und zwar solche ersten Ranges, hatten, und daß seit der Mitte des 19. Jahrhunderts ihre Zahl stark abgenommen hat. In den 58 Jahren von 1788 bis 1845 gab es 17 sehr strenge Winter, in den 61 Jahren von 1846 bis 1916 aber nur 6. Sämtliche 7 Winter, bei denen die Summe der negativen Tagesmittel 500 übersteigt, fallen in jene Periode, und 15 von den 16 Wintern mit einer Summe von mehr als 400. Umgekehrt hat die Zahl der milden Winter in den letzten 60 Jahren gegen früher merklich zugenommen. Die 7 sehr strengen Winter, in denen das Tagesmittel der Temperatur unter —20° herabging, gehören alle jener früheren Periode an; seit 1838 ist ein solches niedriges Tagesmittel nicht wieder vorgekommen.

Dieser Befund ist so interessant und wichtig, daß man sich fragen muß, ob er auch als wirklich verbürgt angesehen werden kann. Sind nicht vielleicht die älteren Beob-

achtungen mit Fehlern behaftet, die eine solche Verschiedenheit verursachen? Darauf ist zu antworten, daß die Berliner Beobachtungsreihe seit 1766 zwar nicht homogen ist — wie übrigens fast alle langen Reihen —, daß aber zu niedrige Temperaturen in der Periode 1788 bis 1845 höchst unwahrscheinlich sind. Instrumentalfehler, Aufstellungsmängel und Verschiedenheiten in der Bildung der Tagesmittel kommen hierbei in Betracht.

Da bei den alten Thermometern der Nullpunkt gewöhnlich in die Höhe ging, zeigten sie zu hoch; es wäre also bei ungenügend kontrollierten Instrumenten eher der entgegengesetzte Fehler zu erwarten. Ferner weiß man, daß ungünstige Thermometeraufstellungen gleichfalls meist zu hohe Temperaturen liefern. Dagegen hat die verschiedene Art der Tagesmittelbildung (von 1766 bis 1829 und seit 1848 aus drei Ablesungen, morgens, mittags, abends; von 1830 bis 1847 aus Maximum und Minimum) einige Ungleichheiten verursacht, die aber nicht sehr groß sein können, da im Winter der tägliche Gang der Temperatur klein ist. Aber nehmen wir selbst an, daß in jener Periode von 1788 bis 1845 alle Tagesmittel um einen halben Grad zu niedrig wären, was höchst unwahrscheinlich ist, so würde das bei einer Zahl von 90 Tagen mit negativem Tagesmittel in der Summe 45° ausmachen. Zieht man solche Summen von den in Tabelle 1 und 2 im Zeitraum 1788 bis 1845 verzeichneten ab, so bleiben immer noch so hohe Werte übrig, wie sie nach der Mitte des 19. Jahrhunderts nicht wieder vorgekommen sind.

Wir dürfen also an der Tatsache, daß in der Periode von etwa 1788 bis 1845 die sehr strengen Winter viel zahlreicher waren als nachher, nicht zweifeln; sie erklärt und bestätigt zugleich den schon früher gemachten Befund, daß die Monate Oktober bis März in dem Zeitraum 1756 bis 1847 eine merklich niedrigere Mitteltemperatur aufweisen als in der Periode 1848 bis 1907[1].

Der Grund einer solchen Klimaschwankung, deren zeitliche Begrenzung sich nicht absehen läßt, liegt noch völlig im dunkeln[2]. Da das Eintreten eines sehr strengen Winters in Nord- und Mitteleuropa zumeist von einer genügend kräftigen und langdauernden Verlagerung des

[1] Das Klima von Berlin. Von G. Hellmann. Unter Mitwirkung des Verfassers fortgeführt von G. v. Elsner und G. Schwalbe. Berlin 1910. 4°. S. 29 (Abhandl. d. Preuß. Meteorol. Inst. Bd. III Nr. 6). — Solche Unterschiede in den Mitteltemperaturen der Wintermonate zwischen früheren und neueren Perioden sind auch für Skandinavien von Ekholm und für Niederösterreich von Hann nachgewiesen worden.

[2] Zur Abschwächung der Winterkälte hat das Anwachsen der Stadt Berlin, in deren Innern die Beobachtungen gemacht wurden, etwas beigetragen, doch ist dieser Einfluß bei weitem nicht so groß, um das Seltenerwerden der sehr strengen Winter zu erklären. Dafür spricht auch der Umstand, daß für Lund, das klein geblieben ist, dasselbe Hinaufgehen der Wintertemperaturen nachgewiesen ist wie für das großgewordene Stockholm.

Tab. 4. Abweichungen der fünftägigen Temperaturmittel in Berlin in sehr strengen Wintern und den darauffolgenden Monaten.

Pentaden		1775/76	1783/84	1788/89	1794/95	1798/99	1799/1800	1802/03	1804/05	1808/09	1812/13	1813/14	1819/20
November	2—6	−3.3	−1.2	1.4	4.4	0.6	2.2	1.8	−8.3	−4.1	−0.8	−1.2	0.5
	7—11	0.7	−3.8	−1.3	3.7	2.7	−0.8	−1.5	−1.3	−3.6	−2.0	1.9	−0.2
	12—16	−0.1	0.7	1.6	1.4	−0.7	1.4	−2.6	−4.0	−2.6	−1.7	1.6	−1.3
	17—21	−4.0	4.3	−1.0	−3.0	−2.7	1.3	0.0	−3.9	0.2	−2.3	−1.1	−2.5
	22—26	−3.2	−1.8	−4.2	−1.3	−6.5	−2.1	4.0	−0.1	1.5	−5.1	−1.3	−1.1
	27—1	−0.2	−0.5	−7.6	1.9	0.7	−1.8	1.3	−4.5	−4.7	−2.6	−3.3	−5.6
Dezember	2—6	3.5	−0.5	−9.3	0.4	2.0	−0.6	1.6	−6.2	0.6	−3.3	−0.4	−4.4
	7—11	0.2	−3.0	−9.8	0.5	−5.0	−2.2	3.7	−6.1	−4.6	−7.5	−0.2	−8.2
	12—16	−0.2	−2.2	**−16.8**	−3.4	−7.5	−6.3	2.4	0.5	**−13.9**	**−14.9**	−1.0	−4.1
	17—21	−1.9	−1.1	−11.7	−9.4	−0.7	−9.0	1.0	−4.4	−10.5	−13.8	0.4	−6.2
	22—26	1.3	−5.6	−8.2	−7.9	**−18.8**	−8.2	−1.2	−6.5	−5.4	−9.7	1.3	0.8
	27—31	−0.5	−8.0	**−16.1**	−3.2	−8.8	**−12.5**	1.2	**−10.5**	−4.7	0.4	2.9	−4.9
Januar	1—5	−3.4	**−11.7**	−12.4	−7.7	−4.2	−7.9	1.5	−8.9	−8.7	1.5	3.2	−3.3
	6—10	−7.8	−11.6	−11.8	1.2	−4.8	−9.1	−6.6	−8.3	−5.6	1.7	−0.6	−11.9
	11—15	−5.1	−2.7	−4.7	−7.9	−6.6	−3.4	−9.1	−5.8	−6.0	−3.0	−8.6	**−18.8**
	16—20	−10.2	1.3	3.0	−10.1	−4.3	4.0	**−12.8**	1.8	−7.3	−6.6	−4.2	−3.0
	21—25	−8.7	−1.1	2.8	**−15.6**	−4.3	0.4	−7.7	−6.0	−5.5	−5.2	−6.5	−1.0
	26—30	**−14.6**	−4.4	3.4	−2.9	−1.7	3.4	−11.2	−7.0	2.0	−2.8	−4.9	1.8
Februar	31—4	−7.7	−6.1	0.6	−3.7	−5.7	2.9	−6.1	−7.7	5.8	−3.5	−2.6	0.1
	5—9	2.9	−3.7	1.7	−2.3	**−15.6**	−2.0	−8.7	−0.3	−0.8	1.7	−3.1	2.5
	10—14	4.1	−4.4	−0.4	5.4	−10.8	−8.8	−8.3	−0.9	3.1	3.4	−3.5	1.0
	15—19	3.6	−4.0	3.1	−3.4	−3.4	−4.4	2.1	−5.8	5.6	5.5	−8.5	−3.3
	20—24	2.1	−3.7	2.4	−2.6	3.4	−4.1	2.2	−1.2	−1.3	5.3	**−12.8**	1.7
	25—1	3.4	−1.1	1.0	0.9	1.3	−9.0	1.9	1.2	−1.2	1.6	−11.0	−2.0
März	2—6	−0.3	0.1	−4.4	0.2	−1.1	−6.5	−1.5	−0.7	−2.3	1.6	−6.0	−2.5
	7—11	1.0	1.4	−8.5	−1.0	−1.3	**−11.0**	−4.4	−1.6	−1.8	−2.9	−5.1	−1.9
	12—16	3.9	−1.9	−4.9	−5.2	−0.6	−6.3	−3.7	4.8	−1.9	−5.1	−4.0	−0.3
	17—21	1.4	−3.7	−7.4	−2.2	−2.6	−5.5	1.1	2.9	0.3	1.9	−4.5	−1.5
	22—26	2.2	−2.6	−5.1	−0.1	−3.2	−4.2	1.0	−4.8	−4.2	0.5	−0.4	−1.7
	27—31	−0.9	−4.7	−7.0	0.0	−9.7	1.8	3.9	−7.0	−1.7	3.0	−2.8	2.9
April	1—5	−2.3	−6.9	−1.3	0.6	−9.0	3.7	7.6	−4.4	−7.5	2.8	2.5	0.9
	6—10	−4.5	−4.4	−0.1	5.0	−1.0	6.7	8.1	−1.4	−5.6	3.3	−0.7	−1.4
	11—15	−1.9	−0.9	0.0	0.8	0.8	1.5	4.3	1.1	−3.6	3.8	5.4	8.3
	16—20	5.4	−2.1	2.1	3.9	2.8	5.4	3.8	1.7	−2.2	−1.5	8.8	2.7
	21—25	1.5	0.4	−1.1	4.6	−1.6	8.6	−2.1	−2.9	−4.2	−3.8	2.0	0.2
	26—30	−2.8	−0.9	2.1	6.9	−5.4	8.0	−0.8	−4.9	−1.4	2.3	−0.2	0.6

Pentaden		1775/76	1783/84	1788/89	1794/95	1798/99	1799/1800	1802/03	1804/05	1808/09	1812/13	1813/14	1819/20
Mai	1—5	− 4.0	− 2.5	6.6	8.0	− 5.3	6.4	0.3	− 5.2	− 2.4	− 0.9	− 4.7	− 5.7
	6—10	− 2.4	− 0.4	3.8	− 1.7	0.8	5.8	1.3	− 2.8	− 1.7	0.2	− 4.8	0.2
	11—15	− 0.9	1.5	4.7	− 6.4	− 3.8	− 2.4	− 5.0	− 2.1	5.4	2.0	− 4.4	6.4
	16—20	− 0.6	2.4	− 0.7	1.3	− 2.6	0.7	− 3.9	0.6	4.7	− 1.0	− 0.7	3.8
	21—25	− 5.9	5.1	− 2.4	− 2.9	− 3.5	5.0	− 0.3	− 4.0	1.4	− 2.5	− 3.0	3.5
	26—30	− 2.8	3.4	4.1	− 7.4	− 3.6	3.4	− 0.5	− 4.5	2.4	− 1.5	− 2.3	1.0
Juni	31—4	2.8	0.2	2.1	0.8	1.3	0.6	− 1.2	− 7.5	1.4	0.8	− 3.5	− 2.6
	5—9	− 0.2	0.4	− 2.8	6.0	0.7	− 2.1	− 1.6	− 3.6	3.4	− 3.7	− 5.6	− 2.9
	10—14	2.8	1.0	− 0.2	4.9	− 3.3	− 6.4	− 0.7	2.7	− 3.8	1.1	− 1.4	− 4.3
	15—19	1.0	− 0.6	3.8	3.6	− 4.3	− 7.7	− 1.5	− 2.0	− 3.9	− 2.2	− 1.3	− 4.7
	20—24	− 0.2	2.4	2.7	− 1.1	− 0.5	− 3.2	− 4.9	− 3.8	− 3.7	− 4.7	− 3.4	− 2.9
	25—29	− 2.4	− 1.2	− 2.6	− 0.4	− 4.2	− 2.2	− 1.1	− 2.4	− 2.4	− 1.4	− 1.9	− 1.3
Juli	30—4	− 2.6	− 4.1	− 5.2	− 1.3	0.0	− 4.6	4.4	− 4.3	0.5	− 1.4	− 2.8	− 5.4
	5—9	1.1	3.9	2.9	0.3	5.1	2.5	3.1	− 0.3	2.0	− 3.8	2.3	− 5.0
	10—14	2.1	0.7	2.4	2.5	− 0.5	− 2.2	0.3	− 1.2	− 0.7	2.0	1.9	− 2.6
	15—19	2.1	− 2.6	1.5	− 5.9	− 3.7	− 5.1	1.9	− 3.6	− 5.7	− 1.2	− 1.0	0.7
	20—24	4.9	− 2.1	− 1.7	1.3	− 4.4	− 5.9	2.2	− 0.4	− 1.4	− 1.8	0.7	− 1.8
	25—29	0.8	0.9	0.0	− 1.5	− 2.8	− 1.3	0.9	− 0.7	1.7	− 1.8	5.4	− 3.7
August	30—3	0.4	2.0	− 1.1	1.2	− 3.9	3.2	8.4	− 1.9	0.7	0.0	2.1	2.5
	4—8	2.1	2.0	0.1	0.2	1.6	− 0.9	3.2	− 0.9	− 2.8	− 2.5	0.0	1.8
	9—13	1.5	− 4.2	0.2	0.8	0.2	2.1	0.4	− 0.5	0.3	0.4	− 1.1	3.3
	14—18	0.4	− 0.2	2.3	− 0.1	1.1	4.3	2.6	− 3.9	2.0	− 2.5	− 1.6	5.2
	19—23	− 1.2	1.8	1.8	− 0.7	0.5	1.0	− 1.1	− 2.5	3.5	− 3.8	− 2.6	0.8
	24—28	− 3.3	− 1.7	0.5	1.7	− 2.0	− 1.4	− 0.4	− 1.8	− 1.4	− 3.3	− 2.0	0.7
	29—2	− 0.9	− 0.5	1.5	0.3	− 0.8	− 0.9	0.1	− 2.6	2.1	− 0.6	− 2.3	− 1.0
September	3—7	− 2.1	1.0	1.5	4.6	− 3.3	2.3	− 2.6	0.7	4.2	2.1	− 6.3	− 1.9
	8—12	− 1.3	1.9	2.4	6.4	− 1.8	1.8	− 1.2	0.3	− 1.0	− 2.2	− 6.2	− 0.3
	13—17	1.7	− 1.6	2.1	2.2	− 1.9	1.5	− 2.7	2.8	− 1.8	− 2.2	− 3.5	1.0
	18—22	− 4.3	0.1	− 1.1	0.0	− 1.1	4.0	− 1.1	4.7	− 0.7	− 2.4	− 0.1	− 1.0
	23—27	0.5	1.3	− 0.5	− 0.9	1.7	− 1.4	− 3.3	− 1.0	− 0.5	− 0.3	1.6	− 0.6
	28—2	1.2	− 2.0	1.2	0.3	1.1	− 3.1	1.1	− 1.7	− 4.2	− 3.9	− 2.4	− 1.0
Oktober	3—7	− 1.2	− 5.2	− 1.0	4.3	− 2.0	0.3	− 1.4	− 2.0	− 1.8	− 4.6	− 2.6	− 2.0
	8—12	− 2.7	− 3.7	1.3	0.7	0.4	1.7	− 3.9	− 5.4	− 7.3	0.2	− 5.5	− 2.8
	13—17	− 3.0	− 3.7	3.0	3.5	0.2	− 1.0	0.8	− 4.3	− 2.9	− 0.5	− 0.4	1.2
	18—22	0.6	− 0.3	1.7	6.6	− 2.3	− 0.7	0.9	− 4.4	1.1	− 0.4	1.7	1.2
	23—27	− 2.2	− 0.7	− 3.4	6.2	− 1.6	− 2.0	0.3	− 5.9	2.5	− 3.0	− 1.4	2.1
	28—1	− 1.1	0.6	− 0.8	4.1	− 0.9	− 0.2	− 3.6	− 8.1	− 0.4	− 3.5	− 2.0	1.5

Pentaden		1822/23	1828/29	1829/30	1837/38	1840/41	1844/45	1847/48	1849/50	1854/55	1870/71	1890/91	1892/93
November	2—6	4.1	−4.0	−0.3	0.6	2.8	−2.5	0.2	1.5	0.9	−0.4	1.9	2.0
	7—11	1.2	−5.6	−0.8	0.2	3.0	1.8	1.9	4.6	−1.2	0.3	2.0	1.3
	12—16	−3.2	2.1	−4.9	0.0	1.4	2.9	1.8	2.3	−6.1	0.4	3.1	−2.2
	17—21	5.0	4.5	−3.9	1.6	2.4	4.2	−0.3	−1.5	−1.9	1.9	2.5	−3.2
	22—26	5.0	1.4	−5.7	3.8	−0.7	1.4	1.4	−5.0	−1.4	6.2	−2.0	−4.9
	27—1	3.8	2.2	−4.4	0.9	−0.6	−2.8	1.1	−5.9	−0.8	0.9	−8.0	−2.6
Dezember	2—6	2.3	−1.8	**−12.7**	1.9	−0.2	−6.9	5.7	−5.5	1.7	−4.9	−1.8	−1.9
	7—11	1.1	2.6	−9.3	1.0	−4.3	−9.5	1.4	−6.9	1.2	−2.0	−0.9	−3.6
	12—16	−1.5	2.0	−5.9	−3.4	**−14.4**	−7.6	−1.6	−4.3	1.5	2.8	−6.4	1.3
	17—21	−8.4	6.0	−3.6	1.7	−7.2	−0.1	−6.2	2.8	1.0	−2.4	−6.1	3.4
	22—26	−4.2	3.7	**−15.0**	0.2	−7.2	−5.4	−4.6	−4.5	3.5	**−12.0**	−3.5	−5.2
	27—31	−6.5	−2.4	−10.7	−2.2	−5.8	−1.8	−3.9	−1.4	2.5	−7.0	**−12.1**	−1.0
Januar	1—5	−10.5	0.1	−4.8	−1.7	−0.2	2.3	−6.0	−1.8	5.3	−9.9	−4.0	−6.5
	6—10	−11.4	−1.5	−0.2	−10.8	−3.8	3.9	**−11.1**	−3.4	6.6	−1.8	−5.7	−7.5
	11—15	−6.9	−6.4	−4.8	−9.4	1.1	0.4	−4.8	**−8.9**	0.7	−3.2	0.3	−8.2
	16—20	−5.1	−6.9	−1.6	**−15.3**	1.8	−0.3	−8.8	−7.5	−8.2	1.2	−5.8	**−12.4**
	21—25	**−16.0**	**−14.1**	−8.1	−11.1	−2.3	−1.4	−6.2	−6.8	−2.0	−2.5	0.5	−3.6
	26—30	−6.1	−0.9	**−15.7**	−6.3	−2.8	0.0	**−13.4**	−3.9	−4.2	−5.7	3.0	−1.1
Februar	31—4	0.9	−4.7	−16.3	−7.4	−9.9	−1.6	−0.8	1.5	−10.5	−6.9	3.2	0.1
	5—9	−5.8	−6.9	−8.8	−5.1	**−14.3**	−4.5	0.0	3.9	−5.4	−4.7	−0.7	−0.5
	10—14	3.2	−8.0	0.0	−1.9	−5.6	**−10.4**	4.4	2.6	**−11.0**	**−11.6**	−1.3	3.1
	15—19	−0.4	−1.5	−1.1	**−11.0**	0.7	−5.0	0.7	4.7	−10.3	2.6	1.9	5.6
	20—24	2.0	−0.5	−2.4	−6.0	−1.3	−8.8	2.1	4.3	−9.0	3.5	−1.1	0.1
	25—1	0.7	−4.4	1.2	1.0	−5.6	−8.8	5.4	3.1	−2.4	3.8	1.4	2.8
März	2—6	1.7	−3.2	−3.4	2.4	−5.0	−11.0	−0.8	4.2	0.8	2.5	4.1	1.6
	7—11	1.9	−1.3	−0.6	−0.7	1.2	−7.2	−1.7	3.1	−2.7	4.6	3.6	1.2
	12—16	0.8	−2.4	3.1	1.5	1.5	**−14.0**	4.7	−1.7	−3.5	5.1	2.3	7.0
	17—21	−0.8	0.4	4.1	0.4	4.0	−7.0	3.1	−5.6	−1.2	1.0	−0.3	−1.9
	22—26	3.6	−2.5	2.3	0.8	4.3	−4.5	3.0	−5.4	−2.0	6.5	−3.0	1.0
	27—31	4.4	−0.7	3.2	−2.9	3.7	−2.0	3.2	−6.8	−3.6	−1.3	−3.4	0.5
April	1—5	3.1	−0.1	−0.1	−4.9	0.9	−2.9	7.1	−0.6	0.0	−3.2	−4.3	3.7
	6—10	1.0	1.4	2.1	1.3	−1.8	−1.2	4.0	1.3	−2.8	−3.0	−0.5	3.6
	11—15	−2.3	3.2	1.7	−0.7	−2.0	−1.3	−0.3	0.4	0.6	−0.9	−3.7	−1.9
	16—20	−1.6	2.3	3.1	−4.0	2.7	0.8	1.1	3.7	1.0	1.5	−2.7	−1.1
	21—25	−3.7	−1.1	2.1	0.0	1.7	3.8	0.7	1.6	−5.5	−1.5	−2.8	1.7
	26—30	−3.4	−4.6	2.7	−2.4	6.1	4.0	−2.2	−4.9	−4.2	−0.1	**0.9**	−1.1

Pentaden		1822/23	1828/29	1829/30	1837/38	1840/41	1844/45	1847/48	1849/50	1854/55	1870/71	1890/91	1892/93
Mai	1—5	−0.7	−1.4	2.1	4.1	2.4	−0.2	−3.9	−5.2	−2.1	−4.1	3.8	−3.8
	6—10	1.8	0.3	−1.4	3.0	4.2	−2.3	0.3	−1.1	−4.3	−4.7	3.0	−1.5
	11—15	0.5	−1.1	−1.0	−3.8	−0.8	−1.3	3.9	−1.5	−2.1	−4.7	2.2	1.9
	16—20	2.6	0.4	0.9	−5.0	4.0	−4.9	2.7	−0.7	−3.3	−6.0	−3.4	3.2
	21—25	1.3	−0.2	4.3	−1.1	5.3	−2.4	−0.8	3.7	−0.2	−2.3	1.7	2.9
	26—30	2.4	−0.1	−3.3	−0.4	3.4	−0.2	−3.5	1.4	−1.6	1.7	1.0	−3.5
Juni	31—4	3.7	−6.7	0.7	−1.5	2.5	−1.4	−2.0	1.2	2.4	−6.4	−1.3	−2.9
	5—9	0.9	−5.4	2.2	−4.5	−4.9	2.8	0.7	1.4	3.6	−5.1	−3.8	−0.2
	10—14	4.8	0.0	−0.1	−1.8	−4.9	3.1	3.9	1.5	3.8	−4.5	−5.6	−1.2
	15—19	−2.4	1.8	−3.3	1.4	−4.6	2.2	3.5	−3.5	−1.8	2.1	−4.2	4.0
	20—24	−4.0	4.6	−2.9	0.9	1.8	−0.8	1.5	1.9	−4.2	−2.3	2.0	−0.5
	25—29	−1.7	6.1	3.4	3.7	3.6	−1.8	−2.7	1.7	−2.2	−4.4	4.1	0.0
Juli	30—4	−2.0	1.6	0.3	0.8	0.7	3.1	−2.7	−0.3	1.1	1.7	3.1	0.1
	5—9	−2.4	−1.8	−2.4	2.4	−0.2	5.5	−0.4	−3.1	−2.7	1.2	−0.6	3.6
	10—14	1.1	0.1	−1.4	4.5	−2.9	−1.1	−1.4	−3.7	0.0	1.2	−2.5	2.4
	15—19	−2.5	1.6	1.5	1.0	−1.6	−2.7	−3.0	1.8	0.0	0.8	0.3	−2.1
	20—24	−1.1	−1.8	0.9	−4.0	−1.3	2.0	2.0	1.8	−1.9	−1.6	0.5	1.5
	25—29	−2.2	2.4	0.6	−4.7	−3.8	0.2	−0.3	−0.1	−0.1	−2.5	−1.9	−0.6
August	30—3	1.6	−3.1	1.6	−3.3	−4.6	−0.5	−0.6	−0.3	1.5	−1.8	−1.5	−3.6
	4—8	0.7	−0.9	1.3	−0.8	−0.9	−0.4	−1.8	0.5	−0.9	−0.8	−3.9	−0.8
	9—13	0.0	0.3	0.1	−2.6	−1.6	−2.2	−4.0	0.6	−0.8	2.7	−1.8	1.1
	14—18	0.5	−1.8	−1.5	−4.4	−0.2	−4.9	−3.8	2.9	−3.5	1.7	−1.6	1.1
	19—23	1.6	−2.4	−2.1	−1.4	1.1	−2.7	−1.0	−1.5	−0.6	0.9	−0.7	5.6
	24—28	6.8	−0.6	−1.5	−2.2	0.4	−0.7	−2.1	−3.3	2.3	0.3	0.8	−2.5
	29—2	3.0	−1.9	−2.9	−2.4	2.8	0.1	0.4	−4.0	0.4	0.9	1.1	−4.2
September	3—7	−1.1	−1.9	−2.4	1.5	−0.3	−4.6	−0.4	−5.5	−1.7	3.8	1.8	−1.8
	8—12	−2.5	1.6	−1.9	−0.2	−0.8	−1.1	0.1	−5.2	−2.5	0.3	0.6	−2.8
	13—17	3.6	−1.0	−1.2	3.1	4.0	−0.2	−4.1	−1.9	−2.9	−1.0	1.3	0.8
	18—22	1.4	−0.1	3.3	3.1	−2.0	2.3	−4.7	1.0	3.2	−3.2	1.7	1.4
	23—27	0.9	−1.9	−0.8	2.1	1.3	−1.6	0.0	1.7	−1.3	−3.2	−1.9	−2.6
	28—2	2.8	−0.3	−0.5	0.0	5.1	−1.3	1.2	−0.6	−0.1	−1.8	2.1	1.7
Oktober	3—7	1.7	0.4	−1.3	−0.8	2.5	2.6	2.4	0.7	3.1	−3.7	1.3	1.6
	8—12	3.2	−2.2	−0.7	−0.3	1.1	−0.8	0.5	−1.1	0.3	−3.2	3.2	4.7
	13—17	1.5	−1.6	−1.8	−0.5	0.8	−2.0	0.3	−2.5	0.7	−2.3	3.6	2.3
	18—22	0.2	−2.8	1.4	1.4	−1.4	1.3	−1.4	−1.8	2.8	0.4	3.3	0.4
	23—27	−1.2	−1.3	1.3	−1.7	2.1	0.2	1.5	−4.1	3.3	−3.2	2.9	0.6
	28—1	2.1	−3.5	0.5	1.5	2.9	0.9	3.0	−1.6	4.3	−1.3	−3.1	0.2

sibirischen Luftdruckmaximums nach Westen abhängt, muß man annehmen, daß eine solche in jener Periode besonders häufig stattgefunden hat. Die Ursachen der Verlagerung selbst sind uns unbekannt und werden es solange bleiben, bis tägliche Luftdruckkarten von der ganzen Erde näheren Aufschluß darüber geben werden. Darum ist für diese wie für manche andere Problemstellung in der Meteorologie die Herausgabe solcher Karten eines der größten Bedürfnisse.

Der letzte Winter (1916/17) muß, wie Tabelle 1 lehrt, zu den mittelstrengen gerechnet werden. Wenn er in weiten Schichten der Bevölkerung als viel strenger empfunden wurde, so sind dafür vier Gründe maßgebend gewesen. Man war durch eine Reihe von sechs fast unmittelbar vorhergehenden milden Wintern verwöhnt; nur der Winter 1908/09 war ebenso streng, und man muß bis 1892/93 zurückgehen, um einen erheblich strengeren anzutreffen. Sodann kam der Winter spät (Anfang Februar die kälteste Periode) und zog sich lang hin; späte Winter werden aber immer unangenehm empfunden. In diesem Jahr wünschte man im Interesse des Gedeihens der Feld- und Gartenfrüchte gerade ein frühes Frühjahr. Und schließlich hat die Kohlenknappheit die Kälte stärker empfinden lassen. Es schien mir darum wichtig, mittels einer objektiven Methode die Kälte des Winters 1916/17 richtig zu bemessen.

Das der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegende Beobachtungsmaterial von 150 Jahren ist umfangreich genug, um die Frage der W i t t e r u n g s f o l g e n a c h s e h r s t r e n g e n W i n t e r n erneut in Angriff nehmen zu können. Ich habe sie bereits 1885 in der eingangs genannten Arbeit an der Hand der Berliner Beobachtungen behandelt und ziemlich bestimmte Ergebnisse erhalten, die auch anderwärts Bestätigung fanden. Damals ging ich von den Monatsmitteln aus. Da in diesen aber, wie bereits oben erwähnt, Temperaturanomalien entgegengesetzten Charakters oftmals sich ausgleichen, will ich diesmal Pentaden bzw. deren Abweichungen von den Normalwerten zum Ausgangspunkt nehmen. Diese Abweichungen beziehen sich aber nicht auf die 150jährigen Mittelwerte, sondern jeweilig auf die drei 50jährigen, in welche die Gesamtreihe 1766 bis 1915 wegen der eben erwähnten säkularen Änderungen geteilt wurde. Die so erhaltenen und in Tabelle 4 niedergelegten Abweichungen der Pentaden für das Jahr, gerechnet vom 1. November bis 31. Oktober, liefern zunächst einen genaueren Einblick in den Temperaturverlauf während der sehr strengen Winter als es die Tabellen 2 und 3 zu tun vermögen, und gestatten sodann die Frage zu beantworten, welche Witterung darauf gefolgt ist[1]. Eine

[1] Die Summen der negativen Abweichungen der Pentaden in den Monaten November bis März sind nahezu proportional den Summen der negativen Tagesmittel und würden sich daher auch zu Vergleichszwecken verwenden lassen.

graphische Darstellung der Zahlenwerte, in der die positiven Abweichungen in rot oberhalb und die negativen in blau unterhalb der Abszissenachse aufgetragen wurden, erleichterte die Übersicht außerordentlich; sie kann hier leider nicht wiedergegeben werden.

Tabelle wie graphische Darstellung lehrt, daß unmittelbar nach dem Ende eines sehr strengen Winters gewöhnlich eine positive Temperaturanomalie von einiger Dauer folgt. In den 24 sehr strengen Wintern seit 1766 war dies nur zweimal nicht der Fall, nämlich 1798/99 und 1804/05. Nach dem Winter 1837/38 dauerte die warme Periode nur 2 Pentaden, nach 1844/45 und 1854/55 nur je 3 Pentaden, nach allen übrigen Wintern 4 bis 10 Pentaden. Man darf somit nach einem sehr strengen Winter auf ein wenigstens teilweise warmes Frühjahr rechnen. Darin zeigt sich also eine gewisse Kompensation der starken Winterkälte, an die weite Schichten der Bevölkerung glauben, weil sie aus einer Art von Gerechtigkeitsgefühl einen solchen Ausgleich für notwendig halten, oder weil sie ihn aus der Unveränderlichkeit der mittleren Temperatur eines Ortes folgern wollen. Letzere vergessen dabei, daß der Ausgleich nicht innerhalb kurzer Zeit stattzuhaben braucht. Die landläufige Meinung geht aber dahin, daß auf einen sehr strengen Winter ein warmer Sommer folgen müsse. Das ist nicht der Fall. Zählt man die Häufigkeit der positiven und der negativen Abweichungen der 25 Pentaden vom Juni bis September aus, so findet man, daß in 19 von 24 Wintern die Zahl der negativen Abweichungen überwog. Das Ergebnis stimmt also mit dem 1885 gefundenen überein: nach einem sehr kalten Winter folgt am wahrscheinlichsten ein kühler Sommer. Darunter ist nicht ein Sommer zu verstehen, der von Anfang bis zu Ende zu kalt ist — ein solcher gehört zu den größten Seltenheiten —, sondern ein Sommer, in dem die kühlen Perioden häufiger sind als die warmen und die normalen. Die bemerkenswerteste Ausnahme war der fast durchweg warme Sommer nach dem sehr strengen Winter 1794/95. An solche vereinzelte Fälle klammert sich der Volksglaube, der dadurch immer wieder von neuem befestigt wird.

In derselben Weise, wie hier bei den strengen Wintern geschehen ist, ließe sich die Untersuchung auf die milden ausdehnen, doch würde man dann zweckmäßiger die Summe der positiven Tagesmittel der Temperatur vom ersten Dezember bis zum letzten Februar zum Vergleich nehmen. Das Neue an der hier vorgeschlagenen Methode besteht eben darin, daß die winterlichen Temperatursummen in ihre negativen und positiven Bestandteile zerlegt werden.

Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonadinen (Volvocales)[1].

II. Mitteilung. Über die dauernde, rein agame Züchtung von Eudorina elegans und ihre Bedeutung für das Befruchtungs- und Todproblem.

Von Prof. Dr. Max Hartmann
in Berlin-Dahlem.

(Vorgelegt von Hrn. Correns.)

Die seit den ersten Versuchen von Maupas (1888) viel behandelte Frage, ob die Befruchtung als eine Art Verjüngungs- oder Regulationsvorgang zu beurteilen sei, hervorgerufen oder bedingt durch ein Altern, wenn auch nicht der Individuen, so doch der Generationen, wurde schon vielfach bei Protisten durch Züchtungsversuche in der Weise zu lösen gesucht, daß man die Befruchtung auszuschalten trachtete und dann prüfte, ob nicht nach mehr oder minder lang durchgeführter, rein ungeschlechtlicher Vermehrung eine sogenannte physiologische Degeneration oder Depression eintrete. Man hat mit dieser Frage meist die des natürlichen Todes oder des Alterns (bzw. umgekehrt der sogenannten Unsterblichkeit) bei Protozoen in Verbindung gebracht, ja sie war eigentlich von den bekannten Weismannschen Anschauungen über die potentielle Unsterblichkeit der Protozoen ursprünglich ausgegangen. Für die hier vorliegende physiologische Frage war das nicht gerade zum Vorteil, da eine einfache, klare Problemstellung dadurch verwischt wurde. Wir wollen die vieldeutigen und in sehr verschiedenem Sinne angewandten Begriffe »Tod, Alter und Unsterblichkeit« zunächst ganz außer Betracht lassen, da sie wegen ihrer Vieldeutigkeit, wie auch Klebs (1917) hervorhebt, für eine wissenschaftliche Begriffsbildung nicht geeignet sind, und uns mit der ganz einfachen physiologischen Fragestellung begnügen: Ist es möglich, Organismen, die in der freien Natur regelmäßig geschlechtliche

[1] Die I. Mitteilung, die das Programm dieser Untersuchungen enthält, befindet sich im Druck und erscheint im Arch. f. Protistenkunde Bd. 39, Heft 1.

Fortpflanzung neben einer ungeschlechtlichen aufweisen, dauernd ungeschlechtlich zu vermehren ohne jegliche Schädigung, Depression oder irgendwelche andere regulierende Zellvorgänge als die, welche bei der gewöhnlichen Zell- und Kernteilung sich finden? Eine klare, eindeutige Beantwortung dieser Frage wird es uns dann auch ermöglichen, eine endgültige Entscheidung betreffs der eingangs erwähnten sogenannten Verjüngungshypothesen der Befruchtung zu fällen.

Man hat diese Frage fast ausschließlich an Infusorien zu lösen versucht, nur Klebs (1889—1900) hat auch diesbezügliche Versuche an Algen und Pilzen, Rh. Erdmann (1910) an *Amoeba diploidea* ausgeführt. Die Versuche an Infusorien haben bisher keine endgültige Entscheidung zu bringen vermocht. Der Stand der Frage ist hier gegenwärtig folgender[1]: Die genauen, mit sorgfältiger Technik in Zählkulturen durchgeführten Zuchten von Woodruff (1911) haben zwar ergeben, daß sich die Befruchtung ohne Schädigung für die Infusorien Tausende von Generationen hindurch ausschalten läßt. Doch finden sich, wie weiterhin Woodruff sowie Woodruff und Erdmann (1914, 1915) gezeigt haben, von Zeit zu Zeit Schwankungen im Teilungsrhythmus, die mit einem Zugrundegehen des alten und Bildung eines neuen Macronucleus nach wiederholten Micronucleusteilungen verbunden sind. Diese schon früher von R. Hertwig (1889, 1914) beobachteten und mit Recht als Parthenogenese bezeichneten cytologischen Vorgänge treten aber nicht, wie Woodruff und Erdmann angenommen hatten, nur periodisch auf und sind nicht aus inneren Bedingungen veranlaßt, sondern können nach den neuesten, vielfach variierten Versuchen von Jollos (1916) jederzeit durch äußere Faktoren ausgelöst werden. Die Periode des Auftretens, die in den sehr gleichmäßig geführten Kulturen Woodruffs sehr regelmäßig war, kann also beliebig verkürzt, aber auch stark verlängert werden; doch vermochte auch Jollos sie nicht völlig auszuschalten. Bei den Infusorienkulturen ist es aber technisch überhaupt nicht möglich, in genau kontrollierbaren Zählkulturen alle schädigenden, ungünstigen Außenbedingungen auszuschalten, die sich, wie Jollos zeigte, auch bei den Zuchten Woodruffs allmählich summieren und dann scheinbar als innere Bedingungen erscheinen und die Parthenogenese auslösen. Denn wählt man die Gefäße nur so groß, daß eben einzelne Individuen noch verfolgt werden können, dann sind die Schädigungen auf die Dauer unvermeidlich; nimmt man größere Gefäße, in denen die Schädigung eventuell vermieden und die Partheno-

[1] Eine eingehendere Darstellung findet sich in der zitierten Arbeit von Jollos und in der neuerdings erschienenen Arbeit von E. Korschelt: Lebensdauer, Altern und Tod. Jena 1917.

genese ausgeschlossen werden könnte, dann ist technisch eine Kontrolle der einzelnen Individuen nicht mehr möglich, so daß der Einwand bestehen bleibt, einzelne Parthenogenesen seien unbeobachtet geblieben. Aber selbst wenn bei Infusorien die Parthenogenese nicht vermeidbar wäre (was aber durchaus nicht bewiesen ist), so würde dieses Resultat keine entscheidende Antwort auf unsere Fragestellung bedeuten. Denn, wie schon JOLLOS auseinandergesetzt hat, würde es nur beweisen, daß der Macronucleus, also somatische Teile im Sinne WEISMANNS, absterben und erneuert werden muß. Bei der Infusorienzelle ist eben die oben formulierte scharfe Fragestellung wegen der dauernden Verquickung der Befruchtung mit Neubildung des somatischen Kernes überhaupt nicht lösbar.

Auch gegen die Versuche von KLEBS an Algen und Pilzen, in denen in jahrelangen Zuchten einzelne Formen (spez. *Vaucheria* und *Saprolegnia*) rein ungeschlechtlich ohne Schädigungen kultiviert wurden, läßt sich der Einwand erheben, daß hier die Teilungsrhythmen nicht kontrollierbar sind und innere Zellregulationen unbemerkt bleiben können. Denselben Einwänden sind auch die von Frl. ERDMANN auf meine Veranlassung an der *Amoeba diploidea* ausgeführten Versuche ausgesetzt; doch könnten dieselben vermutlich mit anderer Versuchstechnik hier ausgeschaltet werden, würden dann aber einen verhältnismäßig sehr großen Arbeitsaufwand erfordern. Erschwerend für die Beurteilung bliebe aber auch bei diesem Organismus noch die Verquickung der Befruchtung mit einem andern biologischen Vorgang, nämlich der Encystierung.

Nach den Ergebnissen von KLEBS schienen nun pflanzliche Protisten mit ihren durchsichtigeren Außenbedingungen günstigere Verhältnisse zur Lösung dieser Frage zu bieten, nur mußten Formen gewählt werden, die nicht wie Fadenalgen und Pilze (und höhere Pflanzen), sogenannte offene Systeme, sondern die wie einzellige Formen (und Tiere) geschlossene Systeme darstellen. Als weitaus günstigste Objekte für diese Versuche erwiesen sich mir bei jahrelangen Zuchtversuchen eine Closteriumart, die ich im Sommer 1914 in Lunz gezüchtet hatte, und *Eudorina elegans*. Die *Closterium*-Kultur[1] erlitt leider in den ersten Kriegswochen Schädigungen und ging mir später trotz eifriger Pflege ein. Andere Closteriumarten konnte ich bisher noch nicht ohne Schädigung dauernd züchten. In *Eudorina* fand ich im Frühjahr 1915 einen vorzüglichen Ersatz. Während bei einzelligen Volvocales (*Chlamydomonas* usw.) kontrollierbare Einzelkulturen wegen der Kleinheit der Formen sehr erschwert oder unmöglich sind, bietet die

[1] Bei dieser *Closterium*-Art ließ sich im Juli 1914 jederzeit die Befruchtung auslösen. Als ich nach meiner Rückkehr nach Berlin Ende August die Versuche wieder aufnahm, versagten jedoch die früher angewandten Mittel.

Vereinigung von 32 derartigen Zellen zu einer schönen, geschlossenen, verhältnismäßig großen Kolonie und das Zusammenfallen von fünf Teilungen auf einen kurzen Zeitabschnitt für die technische Durchführung solcher Zuchten die größten Vorteile. Man braucht nur etwa alle 4—7 Tage (im Sommer) eine Kolonie kurz vor der Teilung bei Lupenvergrößerung mit steriler Pipette in eine neue Kulturschale (ich benutzte Schalen mit etwa 10 ccm Nährlösung) zu überführen. Die fünf Zellteilungen sind in diesem Stadium schon bei jedem Individuum der Kolonie durchgeführt, die 32 jungen Tochterzellen liegen aber noch dicht gedrängt an der Stelle ihrer Mutterzelle und erscheinen bei schwacher Vergrößerung in der etwas vergrößerten Kolonie (aufgequollenen Gallerte) noch wie eine ungeteilte Zelle. Nach einigen Stunden löst sich dann die Gallerte der Elternkolonie, und die 32 jungen Tochterkolonien werden frei. Innerhalb von 4—6 Tagen (im Hochsommer) wachsen dieselben wieder zur Endgröße heran und teilen sich in derselben Weise.

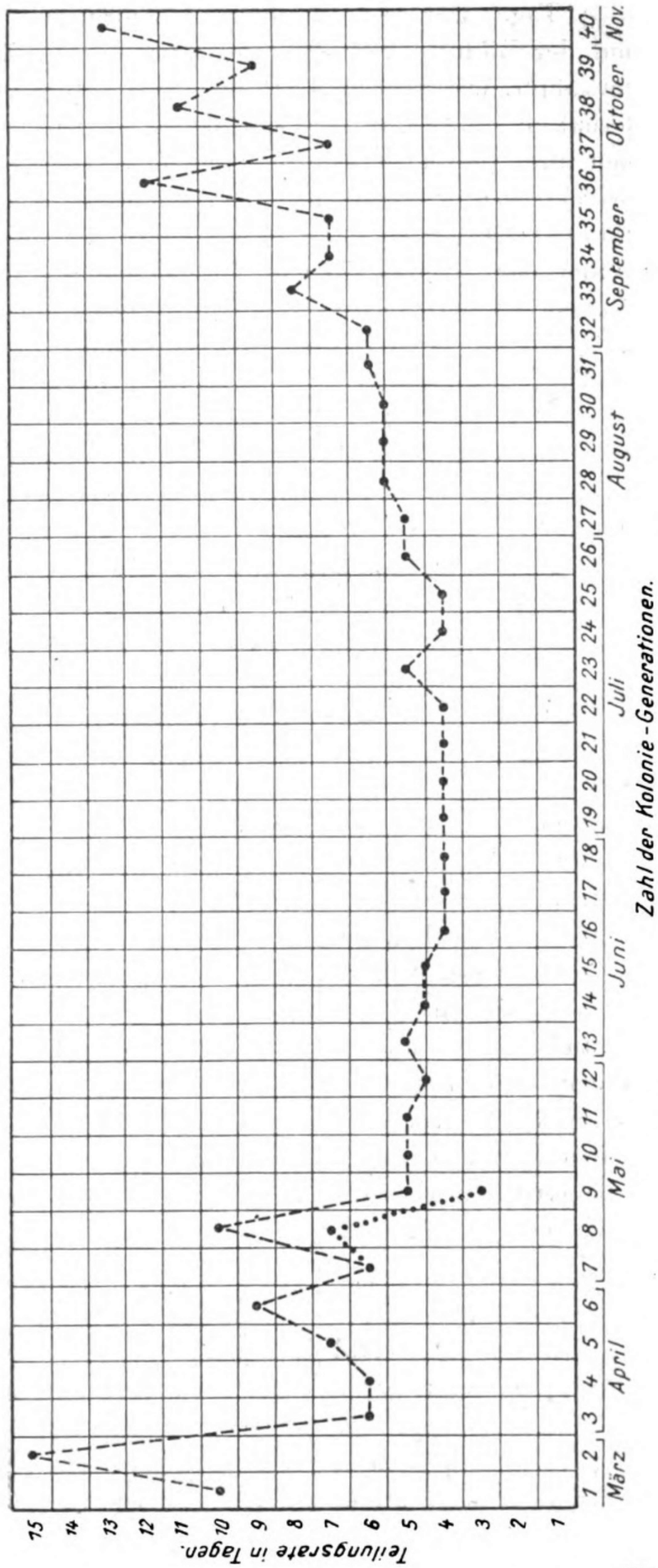
Züchtet man nun *Eudorina* in einer Nährlösung von bestimmter Zusammensetzung und Konzentration, so vermehrt sie sich nur in dieser agamen Weise. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird vollkommen unterdrückt, sie ließ sich sogar bei dem einen Ausgangsmaterial, bei dem sie bereits sehr stark im Gange war, hintanhalten und vollständig ausschalten. Ja nach längerer Zucht unter den erwähnten Bedingungen war es bisher in keiner Weise mehr möglich, trotz vielfacher, immer wiederholter und mannigfach variierter Versuche, eine geschlechtliche Fortpflanzung bei unserer Form auszulösen. Diese Art der Züchtung bietet also eine völlig sichere Methode, die Befruchtung, bzw. geschlechtliche Fortpflanzung auszuschalten.

Schwierigkeit macht bei *Eudorina* nur ihre Empfindlichkeit gegen Veränderung der Außenbedingungen, speziell Verunreinigung durch Protococcoideen und Bakterien sowie Erhöhung der Konzentration der Nährlösung. Diese Veränderungen lösen bei *Eudorina* sofort Depressionen, und zwar in Form von überstürzten Teilungen aus. Diese Verhältnisse hatten anfangs die Kulturen von *Eudorina* außerordentlich erschwert und wochenlange, mühselige Versuche notwendig gemacht. Nachdem aber einmal die richtigen Bedingungen gefunden waren, boten die trüben Erfahrungen wertvolle Hinweise für die weitere Behandlung der Frage. Die richtige Konzentration war, nachdem einmal ermittelt, natürlich leicht dauernd zu beschaffen, und auch das Reinhalten der Kulturen von Algen und Protozoen machte keine erheblichen Schwierigkeiten mit Ausnahme einer Protococcoidee, die leicht als Verunreinigung auftrat. Dagegen war es nicht möglich, die Kulturen völlig bakterienfrei zu erhalten, da an der Gallerte immer Bakterien anhängen, die durch Waschen nicht ganz entfernt werden konn-

ten. Wenn auch in der Regel die Bakterienentwicklung gering bleibt und dann ganz belanglos ist für die Zucht und die hier behandelten physiologischen Fragen, so kann sie doch auch häufig stärker werden, so daß die Stoffwechselprodukte der Bakterien sehr schädlich wirken. Bei der großen Empfindlichkeit gegenüber solchen Stoffen ist es notwendig, neben einer peinlichen Sauberkeit stets mehrere Parallelkulturen zu führen (es wurden meist 4 Kulturen angelegt), da es selbst bei großer Sauberkeit und mehrmaligem, vorherigem Waschen der Kolonien mit steriler Nährlösung beim Überführen oft vorkommt, daß derartige Depressionen auftreten. In diesen Fällen ließ sich entweder direkt in einer stärkeren Bakterienentwicklung oder der Verunreinigung mit einer Protococcoidee der Grund nachweisen, oder aber der Vergleich mit den normalen, parallelgeführten Schwesterkulturen zeigte, daß hier andere schädliche Außeneinflüsse (meist, wie sich später zeigte, am Glas haftende, durch Reinigen und Waschen nicht genügend entfernte Sotffe) verantwortlich zu machen waren. Züchtet man aber von jeder Kolonie mehrere Tochterkolonien weiter, so findet man auch in ungünstigen Fällen fast immer eine, die völlig normal bleibt und daher zur Weiterzucht benutzt werden kann (s. Zuchtliste Gen. B 8, 9 u. Fig. 1). Daß die erwähnten Depressionen und überstürzten Teilungen, die erst in einer anderen Mitteilung genauer geschildert werden sollen, allein durch Außenbedingungen verursacht werden, ließ sich auch durch Experimente direkt beweisen. Es wurde eine als Verunreinigung leicht auftretende Protococcoidee rein gezüchtet und dann algenfreie, normale Kulturen von *Eudorina* damit beimpft. Sofort traten darin die erwähnten Depressionen auf. Anderseits konnten, wie gesagt, die Depressionen ausgeschaltet werden.

Die Depressionsstadien sind, wie schon erwähnt, mit überstürzten Teilungen, also mit einer Verkürzung der Teilungsrate verbunden. Während bei einer normalen Kultur im Hochsommer die Teilungsrate der Kolonie 4—6 Tage beträgt, sinkt sie bei Depressionsstadien auf 3 Tage und noch mehr (s. Zuchtliste Gen. A 3, B 9, 79 [Parallelkultur] und Fig. 1). Da in der betreffenden Jahreszeit die Teilungsrate (je nach Licht und Temperatur) zwischen 4 und 7 Tagen schwankt, so könnte man beim Vergleich der Zahlen im Zuchtregister zur Annahme kommen, es handle sich bei der Verkürzung der Teilungsrate auf 3 Tage nur um die gleiche, vom Licht abhängige Variabilität derselben. Doch trifft eine solche Annahme nicht zu, wie die genauere Untersuchung lehrt; denn einmal lassen sich die Depressionen ohne weiteres morphologisch erkennen, und dann geht in Normalkulturen, selbst bei optimalen Licht- und Temperaturbedingungen, die Teilungsrate nie unter 4 Tage herunter, wie die Kulturen in den sehr gleichmäßigen, günstigen Monaten Juni und Juli 1916 zeigen. Eine Ver-

Fig. 1.



Eudorina-Zählkulturen (Zuchtserie B, 1—40) von März bis Oktober 1916.

Normalkultur, ... abgezweigte Depressionskultur.

kürzung auf 3 Tage war immer mit ausgesprochen überstürzten Teilungen und der Bildung kleiner, meist nur 4—16 zelligen Zwergindividuen verknüpft, wie sie für die Depressionsstadien unserer *Eudorina* charakteristisch sind, während bei normalen Kulturen die Zahl der Individuen stets 32 beträgt[1]. Anderseits ist auch die Teilungsrate der Depressionsstadien vom Licht abhängig und daher in anderer Jahreszeit (s. Parallelkultur B 78, 79) erheblich länger, doch auch dann ist sie gegenüber der Normalkultur verkürzt, ja die Verkürzung fällt (bei den größeren Zahlen) viel mehr auf. So geriet eine von Kultur B 76 abgezweigte Kultur bei Gen. 79 in Depressionszustand, doch betrug hier die Teilungsrate etwa 8—9, während sie bei der Normalkultur 20 Tage beträgt. Die Depressionsstadien sind somit stets auch durch ihre erheblich verkürzte Teilungsrate gegenüber Normalkulturen ausgezeichnet, also gerade umgekehrt wie bei den Infusorien. Für die uns hier beschäftigende Frage am wichtigsten ist aber die Tatsache, daß sie vollständig ausgeschlossen werden können.

In der geschilderten Weise sind nun seit Anfang Juni 1915, wie aus den Zuchtlisten hervorgeht, 550 Generationen ohne Depression rein agam gezüchtet. Zu den Angaben in den Zuchtlisten ist zu bemerken, daß hier nur die Anzahl der übergeführten Kolonien als Generationen gerechnet sind. Da jedoch bei jeder Teilungsrate nicht 1 Zellteilung stattfindet, sondern stets 5, so sind die in den Zuchtlisten angegebenen Zahlen der Generationen mit 5 zu multiplizieren, um die Zahl der Individualgenerationen zu erhalten. Wie aus den Listen ersichtlich, setzt sich diese Zahl der Generationen aus 2 Zuchtreihen zusammen, der Zuchtreihe A (32 Generationen) und der Zuchtreihe B (78 Generationen), also zusammen 110 Koloniegenerationen = 550 Individualgenerationen.

Ein Einwand könnte noch gegen die Bedeutung dieses Zuchtresultats erhoben werden, nämlich der, daß die Teilungsrate zu gewissen Zeiten außerordentlich schwankt. Bei Infusorien sind aber, wie Woodruff und Erdmann gezeigt haben, die dort zeitweise auftretenden Verlängerungen im Teilungsrhythmus mit den parthenogenetischen Zellregulationen verknüpft, und so könne auch hier etwas Der-

[1] Nicht so selten kommt es allerdings vor, daß von den 32 Tochterkolonien einer normalen Kultur einzelne nur 16 Individuen enthalten, eine gewisse Variabilität in dieser Beziehung also auch unter günstigen Bedingungen vorkommt. Immerhin möchte ich annehmen, daß auch hierfür äußere Einflüsse, die auf die 32 Individuen der Elternkolonien verschieden eingewirkt haben, verantwortlich zu machen sind, was noch weiterhin untersucht werden soll. Für unsere Frage ist das aber insofern nicht von Belang, als für die Weiterzucht stets Kolonien ausgewählt wurden, die die normalen 32 Individuen enthielten, also durch 5 Teilungsschritte entstanden waren.

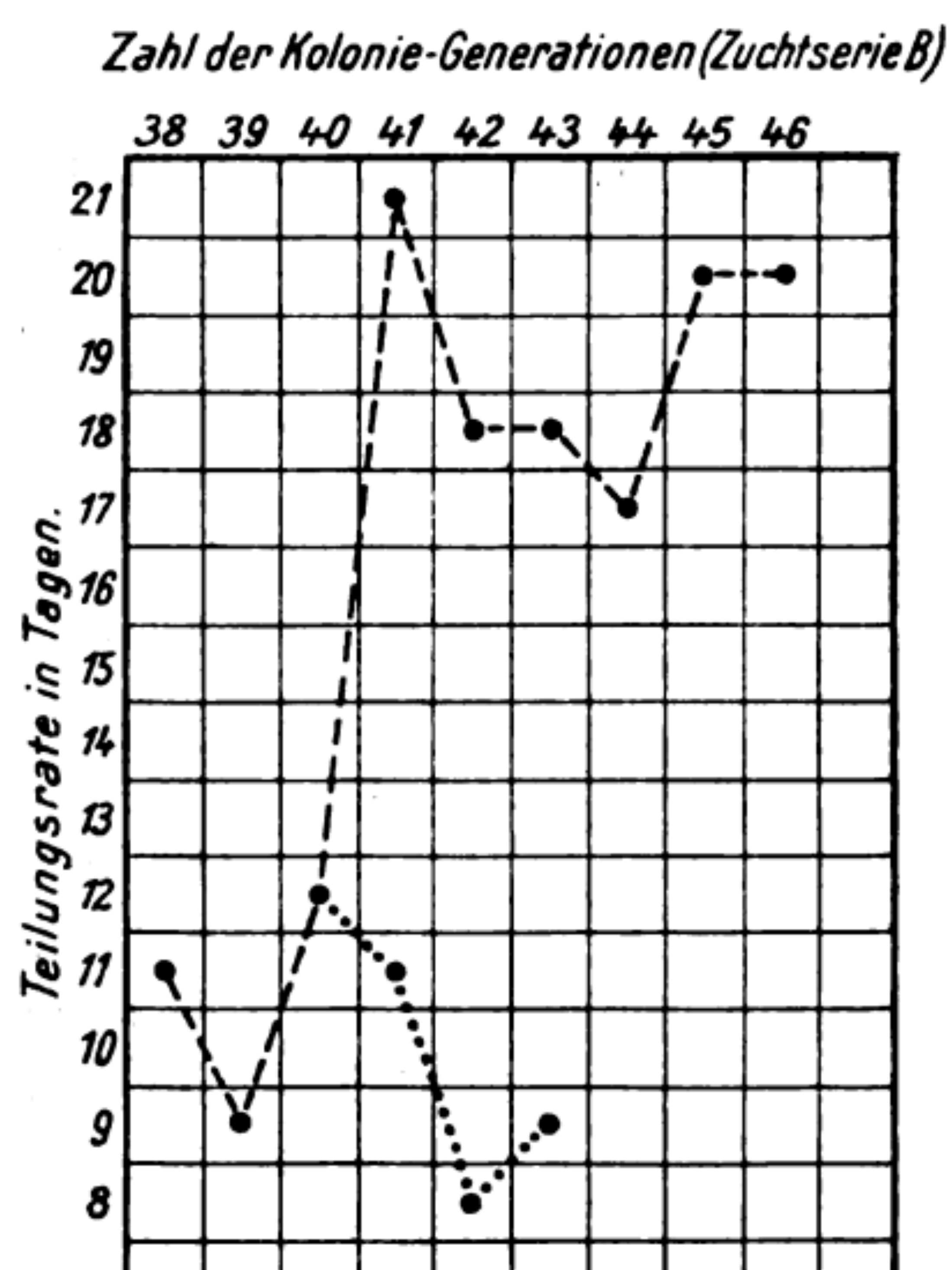
artiges stattfinden. Dieser Einwand läßt sich leicht beseitigen durch den Nachweis, daß die Schwankungen der Teilungsrate hier allein durch langsameres Wachstum infolge geringerer Beleuchtung bedingt sind. Wie die Zuchtlisten und besonders deutlich die Kurven zeigen, sind die Schwankungen der Teilungsrate ganz von der Jahreszeit abhängig. Während sie in den Sommermonaten, so besonders schön im Sommer 1916, Mitte Mai bis Mitte September, sehr regelmäßig ist und sich nur zwischen 4—6 Tagen bewegt[1], ja im Juni und Juli 1916 wochenlang genau auf 4 Tagen stehenbleibt, ist sie im Frühjahr, Herbst und Winter erheblichen Schwankungen ausgesetzt, so daß der Unterschied plötzlich von einer Generation zur andern 5—10 Tage betragen kann (s. Fig. 1). Die Beobachtungen haben ergeben, daß das ausschließlich von der Beleuchtung abhängt. So trat z. B. im August und Oktober 1915 plötzlich kaltes und vor allem sehr trübes Wetter ein, wodurch im Oktober 1915 die Teilungsrate (Generation A 21, 7.—21. Oktober) von 7 auf 14 Tage verlängert wurde, um bei der nächsten Generation (21. Oktober) wieder auf 8 Tage zurückzugehen. Im Winter sank dann die Teilungsrate am Nordfenster bis auf 24 Tage; am Südostfenster bis auf 20—21. Während von Frühjahr bis Herbst die Kulturen am Nordfenster weitaus am besten gedeihen und am Südfenster wegen zu greller Beleuchtung und Erhitzung oft Schädigungen erfahren, ist im Winter am Nordfenster der Lichtmangel zu groß, um die Kulturen dauernd zu erhalten. Die Kolonien können zu wenig assimilieren, kümmern und gehen schließlich ein, wozu noch Schädigungen durch zu starke Bakterienentwicklung, die bei so langer Dauer der Generation schwer vermeidbar ist, hinzukommen. So ging im ersten Winter, im Februar 1916, die Zählkultur A bei der 29. Generation am Nordfenster zugrunde. Glücklicherweise waren jedoch von Generation A 24 (November 1915) an auch Zuchten am Südfenster weitergeführt worden, wo sie sich bei kürzerer Teilungsdauer sehr gut entwickelten, und zwar, da sie so aufgestellt waren, daß plötzliche, direkte Sonnenbeleuchtung und Erhitzung ausgeschlossen war, ganz normal ohne alle Schädigungen. Leider war versäumt worden, von diesen Südfensterkulturen die genauen Teilungsraten aufzubewahren. Als daher zur Weiterführung der Zählkulturen auf diese Südfensterkulturen zurückgegriffen werden mußte, konnte die Generationszahl nicht mehr ganz genau, sondern

[1] Die Teilungsrate ist selbst bei den Geschwisterkolonien ein und derselben normalen Kultur fast nie ganz gleich. Wenn auch in guten Kulturen die Mehrzahl der Kolonien gleichzeitig in Teilung tritt, so finden sich doch fast immer einige Kolonien, bei denen sie (infolge langsameren Wachstums) ein bis mehrere Tage zurückbleibt.

nur ungefähr auf 32—34 angegeben werden. Von diesen aus wurde dann die neue Zählkultur B 1 am Nordfenster angelegt (März 1916). Sicher war jedoch, daß auch in diesen Südfensterkulturen keine Depressionen stattgefunden hatten, sondern ganz normale agame Generationen erfolgt sind. Die Fehlerquelle, die eventuell durch dieses Mißgeschick verursacht ist, bezieht sich somit nur auf die etwas größere oder geringere Gesamtzahl der Generationen. Bei der obigen Zahl derselben ist die geringst mögliche Anzahl der Südfensterkulturen angenommen, also 32 Generationen; es könnte somit höchstens die Zahl der Generationen um 2 Koloniegenerationen, also $5 \times 2 = 10$ Individualgenerationen, mehr betragen.

In Anbetracht dieser Verhältnisse sowie aus anderen Gründen war es natürlich mein Bestreben, von den äußeren Beleuchtungsverhältnissen völlig unabhängig zu werden und die *Eudorina* bei konstantem Licht zu züchten. Ich habe zu diesem Zwecke eine Reihe von Versuchen mit künstlichem Licht im Dunkelzimmer unternommen und auch für kürzere Zeit (einige Wochen) recht gleichmäßige Resultate erzielt. So zeigt Fig. 2 einen derartigen Versuch im Herbst 1916 bei einer 100kerzigen Nitralampe. Die Lichtkultur wurde von der Tageskultur B40 (Teilungsdauer 12 Tage) abgezweigt. Während

Fig. 2.



Verhältnis von Normalkultur ( ) zur abgezweigten Kultur in künstlichem Licht (.......).

bei Generation 41 in der Tageskultur die Teilungsrate auf 21 Tage stieg und dann weiterhin bei Überführung an das Südostfenster zwischen 17—20 verblieb, sank sie bei der entsprechenden Lichtkultur (B 41) zunächst auf 11, dann für die weiteren Generationen (3) auf 8—9 Tage. Daß die Teilung nicht sofort auf 8—9 sank, ist verständlich. da ja beim Überführen die jungen noch nicht isolierten Kolonien noch einige Zeit unter den alten Ausgangsbedingungen gestanden haben. Bei einer stärkeren Beleuchtung in einem andern Versuch war die Teilungsrate noch kürzer, etwa 5—6 Tage. Leider läßt sich aber diese sonst so vielversprechende Versuchsanordnung mit künstlichem Licht nur 3—4 Generationen, nicht auf die Dauer durchführen, da nach wenigen Generationen schwere Schädigungen (überstürzte Teilungen, Zwergformen, Degenerationen) eintraten und bisher nicht vermeidbar waren. Um hier zum Ziele zu gelangen, müßten umfangreiche, kostspielige Versuche mit den verschiedensten Lichtquellen vorgenommen werden, die in jetziger Zeit aber schwer ausführbar sind und somit auf die Zeit nach dem Kriege verschoben wurden.

Die bisherigen Versuche lehren aber jedenfalls so viel, daß die Dauer der Teilungsrate bei normalen Kolonien (also abgesehen von den schon besprochenen Verhältnissen bei den Depressionsstadien) ganz vom Licht abhängig sind, was bei einem Organismus, dessen Wachstum auf Photosynthese beruht, ja eigentlich selbstverständlich ist. Daß bei veränderlicher längerer Teilungsrate keine anderen Vorgänge in der Zelle und bei ihrer Teilung sich abspielen als bei regelmäßiger kurzer (z. B. bei Generation B 9—32), scheint ganz sicher. Bei geringerem Licht ist eben, wie auch morphologisch sich leicht feststellen läßt, das Wachstum ein viel langsameres, und die Teilung erfolgt erst später. Dabei scheint aber die Teilungsgröße bei kurzer wie langer Teilungsrate durchschnittlich gleich, also ganz im Sinne der Kernplasmarelationslehre R. Hertwigs. Auch konnte cytologisch zwischen normalen Formen mit langer und kurzer Teilungsrate nicht der geringste Unterschied an den Kernen und der Kernteilung aufgefunden werden. Ja selbst in den natürlich auftretenden oder künstlich ausgelösten Depressionen ließen sich bisher keine abweichenden cytologischen Verhältnisse gegenüber der normalen Teilung nachweisen. Der einzige Unterschied ist eben der, daß bei ersteren die Teilung auf früheren Wachstumsstadien einsetzt, der Wachstumsfaktor (Jollos) gehemmt, der Teilungsfaktor gesteigert ist und somit Zwergkolonien auftreten. Wenn man bedenkt, daß die Eudorinen, wie alle Phytomonadinen, haploide Organismen sind, so läßt sich auch schwer vorstellen, was für besondere cytologische Vorgänge sich hier abspielen sollen. Da ferner in der Eudorinazelle rein somatische Kernelemente, die etwa dem Macronucleus der Infusorien entsprechen, fehlen,

so ist auch eine der Parthenogenese der Infusorien entsprechende Zell- und Kernregulation nicht zu erwarten.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, daß *Eudorina* 550 Individualgenerationen hindurch rein agam ohne Depression oder sonstige Zell- und Kernregulation gezüchtet wurde. Diese in $2^1/_2$ Jahren erzielte Zahl von Generationen scheint mir aber groß genug, um annehmen zu dürfen, daß in derselben Weise *Eudorina* dauernd gezüchtet und so die eingangs gestellte Frage nach der dauernden Möglichkeit solcher Züchtung mit Ja beantwortet werden kann.

Mit dieser Antwort ist aber auch zugleich die Entscheidung über die sogenannten Verjüngungs- und Regulationshypothesen der Befruchtung gefallen. Denn wenn ein Organismus, bei dem in der Natur jährlich mindestens einmal Befruchtung vorkommt, dauernd asexuell gezüchtet werden kann, ohne daß Regulationen vorkommen und nötig sind, dann kann eben die Bedeutung der Befruchtung nicht in einer Verjüngung oder Regulation gesucht werden, sondern muß anderswo liegen.

Daß auch die Amphimixislehre Weismanns, die heute in der Biologie noch herrschende Befruchtungstheorie, gar keine Befruchtungs-, sondern eine (allerdings sehr berechtigte und wohlbegründete) Vererbungstheorie ist, habe ich an anderen Orten schon mehrmals ausgeführt. Ist doch die Amphimixis nur die Folge eines Teiles der Befruchtungsvorgänge, die bei andersartiger Befruchtung (Automixis) überhaupt nicht vorkommt. Die teilweise Wirkung eines physiologischen Vorganges kann aber nicht als physiologische Erklärung dieses Vorganges angesprochen werden.

Die einzige den heute bekannten Tatsachen gerecht werdende Hypothese der Befruchtung ist die Sexualitätshypothese von Bütschli-Schaudinn. Auch diese Hypothese kann einer experimentellen Prüfung unterzogen werden; da aber bis heute derartige Versuche noch nicht ausgeführt, wenigstens noch nichts darüber bekannt ist, und unsere eigenen darauf gerichteten Experimente noch nicht zu einem Abschluß gelangt sind, so soll diese Frage hier nicht weiter behandelt werden, und wir wollen uns bezüglich der Bedeutung der Befruchtung mit dem obigen negativen Ergebnis für heute begnügen.

Zum Schluß wäre noch die Frage zu erörtern, was unser Ergebnis für das Todproblem bedeutet, mit dem sie ja, wie eingangs erwähnt, meist zusammengeworfen wird. Es ist ohne weiteres klar, daß dadurch rein sachlich die Weismannsche Anschauung von der sogenannten potentiellen Unsterblichkeit der Protozoen bewiesen ist, wenn man als Unsterblichkeit der Protozoen ihre Fähigkeit bezeichnet, daß »der

Kreislauf ihres Lebens, Teilung, Wachstum durch Assimilation und wiederum Teilung, niemals endet«. Diese Fähigkeit aber potentielle Unsterblichkeit zu nennen, scheint mir eine wissenschaftlich unzulässige, weil zweideutige Begriffsbildung. Die Begriffe Alter, Tod und Unsterblichkeit werden von fast allen Autoren seit Weismann in verschiedenerlei Sinne gebraucht. Während sie ursprünglich von den Verhältnissen bei höheren Tieren ausgehen und hier eng mit dem Begriff der Individualität verknüpft sind (s. auch Klebs 1917, S. 397), sind sie später bei den Protozoen unbedenklich auf Generationsreihen übertragen worden. Ich habe nun aber schon früher (1905) gezeigt, daß es auch bei Protozoen ein individuelles Altern und einen individuellen Tod gibt und daß hier, so z. B. bei einem großen monozoen Radiolar, einer Foraminifere usw., Tod und Fortpflanzung zusammenfallen, wobei ich hier ganz unentschieden lassen will, ob das für alle Protozoen gilt. Wenn aber in der Literatur bei Protozoen von Altern und Tod gesprochen wird, so geschieht dies meist ohne nähere Bezeichnung bald in bezug auf Individuen, bald auf Generationen. Will man daher hier nicht in nutzlose Wortstreitereien verfallen, dann muß man scharf zwischen dem verschiedenen Altern bzw. Tod der Individuen und dem der Generationen unterscheiden oder noch besser die Begriffe »Tod und Unsterblichkeit« auf die Individuen beschränken, für die sie ursprünglich geprägt sind. Wohl ist durch die obigen Versuche erwiesen, daß es ein Altern von Generationen bei Protisten nicht zu geben braucht, aber diese Möglichkeit des Fehlens von Alterserscheinungen bei Generationen als »Unsterblichkeit« zu bezeichnen, führt nur zur Begriffsverwirrung. Es liegt auch dazu kein Bedürfnis vor; ist diese Möglichkeit doch einfach der Ausdruck der Kontinuität des an individualisierte Systeme gebundenen Lebens und beweist nur, daß die Befruchtung für das Leben keine Notwendigkeit ist, ihre Bedeutung daher nicht in einer Verjüngung besteht. Einen Tod kann es nach dem Sinn, der diesem Begriffe innewohnt, nur bei Individuen geben; sein Begriff ist völlig an den des Individuums gebunden. Daher besteht auch für viele Pflanzen die große, ja unüberwindliche Schwierigkeit, diese Begriffe auf die dort waltenden Verhältnisse zu übertragen. Verflüchtigt sich doch hier vielfach der Begriff des Individuums, weil die Pflanzen großenteils offene biologische Systeme sind. Nur wo uns die Organismen, wie bei den Metazoen und fast allen Protozoen, als geschlossene Systeme entgegentreten, besitzt der Begriff des Individuums seine wahre unzweideutige Geltung, und nur hier hat die Frage nach dem Tod oder der Unsterblichkeit einen Sinn.

Die Frage nun, ob geschlossene biologische Systeme (also Metazoen und die meisten Protozoen) altern und sterben müssen, scheint

zwar für die Metazoen, die sich nur geschlechtlich vermehren, keine Frage, sondern eine einfache Tatsache. Für die ungeschlechtlich sich vermehrenden Protozoen und Metazoen ist sie von GOETTE und mir aufgeworfen und in dem Sinne beantwortet worden, daß hier Fortpflanzung und Tod zusammenfalle und die Fortpflanzung nicht nur ein Vermehrungs-, sondern auch ein Verjüngungsprozeß sei. Die Einwände, die gegen diese Auffassung erhoben wurden, so z. B. kürzlich von JOLLOS, treffen alle nicht den Kernpunkt der Frage und leiden, wie das ganze Todproblem, an der Unklarheit, die von in verschiedenem Sinne gebrauchten Begriffen herrührt. Dazu kommt die Verquickung verschiedener biologischer Vorgänge und Vergleichung nicht vergleichbarer Verhältnisse[1]. Ohne auf die Erörterung dieser Fragen hier näher einzugehen, möchte ich nur darauf hinweisen, daß auch hier ein physiologisches Problem vorliegt, das experimentell geprüft werden kann, und daß es gilt, auch bei der experimentellen Behandlung dieser Frage die Fragestellung möglichst scharf und präzis zu stellen und sich klarzumachen, was bewiesen werden soll oder kann. Die Frage scheint mir lauten zu müssen: Ist es möglich, geschlossene biologische Systeme dauernd im Wachstum zu erhalten ohne Alters- und Degenerationserscheinungen und ohne Reduktion des Systems durch Teilung (Fortpflanzung) oder sonstige Regulierung? Eine eingehende Erörterung derselben möchte ich auf die Zeit verschieben, wo ich experimentelles Material vorlegen kann, das zu ihrer Lösung im positiven oder negativen Sinne beizutragen vermag.

[1] So können bei der Behandlung dieser Frage natürlich durchaus nicht, wie JOLLOS meint, Metazoenzellen mit Protozoenzellen bzw. Zellteilungen verglichen werden, sondern nur Protozoenindividuen als geschlossene biologische Systeme mit Metazoenindividuen als solche. Eine Metazoenzelle ist kein faktisches Individuum (geschlossenes, isoliertes System), sondern nur ein gedachtes (fiktives), und der Zelltod einer Metazoenzelle ist wieder etwas ganz anderes als der Individuentod.

Zuchtlisten.

Zuchtserie A.

Nr. der Generation	Datum der Teilung und Isolierung	Dauer der Generation (Tage)	Bemerkungen
1	—	—	
2	10. Juni 1915	7	
3	17. » »	7	
4	24. » »	8	
5	2. Juli »	8	
6	10. » »	3	Depressiom durch Verunreinigung (überstürzte Teilungen).
7	13. » »	4	
8	17. » »	5	
9	22. » »	4	
10	26. » »	5	
11	31. » »	4	
12	4. August 1915 . . .	6	
13	10. » »	9	Wettersturz, starke Lichtverminderung und Abkühlung.
14	19. » »	7	
15	26. » »	5	
16	31. » »	8	
17	8. September 1915 .	7	
18	15. » »	7	
19	22. » »	8	
20	30. » »	7	
21	7. Oktober 1915 . . .	14	Wetterabfall, starke Lichtverminderung und Abkühlung.
22	21. » » . . .	8	
23	29. » » . . .	9	
24	7. November 1915.	11	Sinken der Teilungsrate wegen Lichtmangel im Winter.
25	18. » »	16	
26	4. (8.) Dezember 1915	19	
27	23. Dezember 1915 .	24	
28	16. Januar 1916	24	
29	9. Februar »	—	Kultur kümmerte wegen Lichtmangel und darauf folgender Verunreinigung und ging ein.

Von der Kultur E. 24, die seit dem 7. November am Südfenster weitergezüchtet worden war (etwa 32.—34. Generation?), wurden neue Zählkulturen (Zuchtserie B) angelegt.

Zuchtserie B.

Nr. der Generation	Datum der Teilung und Isolierung	Dauer der Generation (Tage)	Bemerkungen
1	10. März 1916	10	
2	20. » »	15	Für 3. Generation auf zurückgebliebene Kolonie gegriffen, da Schwesterkolonie verunreinigt.
3	4. April »	6	Da Kolonie zur Generation 3 schon weit in Teilung, 1 Tag zugerechnet.
4	9. » »	6	
5	15. » »	7	
6	22. » »	9	
7	1. Mai »	5	
8	6. » »	7 (10)	
(9	13. » »	3)	Verunreinigt, Depression.
9a	16. » »	5	4mal gewaschen, gut.
10	21. » »	5	
11	26. » »	5	
12	31. » »	4	
13	5. Juni »	5	
14	10. » »	4	Die meisten Kolonien waren schon am 9. Juni geteilt.
15	14. » »	5	
16	19. » »	4	
17	23. » »	4	
18	27. » »	4	
19	1. Juli »	4	
20	5. » »	4	
21	9. » »	4	
22	13. » »	4	
23	17. » »	5	
24	22. » »	4	
25	26. » »	4	
26	30. » »	5	
27	4. August 1916	5	
28	9. » »	5½	
29	15. » »	5½	
30	20.—21. August 1916	5½	
31	26. August 1916	6	
32	1. September 1916 .	6	
33	7. » »	8	
34	15. » »	7	
35	22. » »	7	
36	29. » »	12	
37	11. Oktober 1916 . . .	7	
38	18. » » . . .	11	
39	29. » » . . .	9	

Nr. der Generation	Datum der Teilung und Isolierung	Dauer der Generation (Tage)	Bemerkungen
40	7. November 1916 .	12	
41	16. » »	21	Parallelkulturen in künst-
42	7. Dezember »	18	lichem Licht:
43	—	18	18. November 11 Tage
44	12. Januar 1917	17	29. » 8 »
			7. Dezember 9 »
			16. » ? »
45	29. » »	20?	Degeneriert, abgebrochen.
46	—	25?	
47	—	25?	
48	31. März 1917	12	
49	12. April »	13	
50	25. » »	10	
51	7. Mai »	5	
52	12. » »	6	
53	18. » »	5	
54	23. » »	6	
55	29. » »	7	
56	5. Juni »	9	
57	14. » »	5	
58	19. » »	5	
59	24. » »	5	
60	29. » »	6	
61	5. Juli »	6	
62	11. » »	7	
63	18. » »	7	
64	25. » »	8	
65	2. August 1917....	6	
66	8. » »	7	
67	15. » »	6	
68	21. » »	6	
69	27. » »	etwa 8	
70	Zahlen verloren-gegangen	» 8	
71	durchschnittlich	» 8	
72	»	» 8	
73	27. September 1917.	8	
74	5. Oktober 1917...	9	
75	14. » » ...	9	
76	2. November 1917	13 (19)	In Klammern Parallelkultur,
77	15. (21.) Novbr. »	20 (13)	geriet bei Generation 79
78	5. (4.) Dezember »	(8—9)	in Depression.

Literatur.

O. Bütschli. 1882. Gedanken über Leben und Tod. Zool. Anz. V, 5.

Rh. Erdmann. 1910. Depression und fakultative Apogamie bei Amoeba diploidea. Festschrift R. Hertwig, V, 1.

Dieselbe. 1915. Endomixis und ihre Bedeutung für die Infusorienzelle. SB. d. Gesellsch. naturf. Freunde, Berlin.

A. Goette. 1883. Über den Ursprung des Todes. Hamburg und Leipzig.

M. Hartmann. 1906. Tod und Fortpflanzung. München.

R. Hertwig. 1889. Über die Konjugation der Infusorien. Abhandl. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. II, 17.

Derselbe. 1914. Über Parthenogenesis der Infusorien und die Depressionszustände der Protozoen. Biol. Zentralbl. V, 34.

V. Jollos. 1916. Die Fortpflanzung der Infusorien und die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen. Biol. Zentralbl. V, 36.

G. Klebs. 1889. Zur Physiologie der Fortpflanzung. Biol. Zentralbl.

Derselbe. 1899. Über die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena, G. Fischer.

Derselbe. 1904. Über Probleme der Entwicklung. Biol. Zentralbl. V, 24.

Derselbe. 1917. Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei Pflanzen. Biol. Zentralbl. V, 37.

E. Maupas. 1888. Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés. Arch. Zool. expér. et gén. V, 6.

A. Weismann. 1881. Über die Dauer des Lebens. Jena, G. Fischer.

Derselbe. 1883. Über Leben und Tod. Jena. G. Fischer.

L. Woodruff. 1911. Two thousand generations of Paramaecium. Arch. f. Protistk. V, 21.

Woodruff and Baitsell. 1911. Rhythms in the reproductive activity of Infusoria. Journ. exper. Zool. V, 11.

Woodruff and Erdmann. 1914. A normal periodic reorganisation process without cell fusion in Paramaecium. Ebenda V, 17.

Die Interferenzfarben des Quarzes und des Natriumchlorats im polarisierten Licht. II.

Von Th. Liebisch und A. Wenzel.

(Vorgetragen am 6. Dezember 1917 [s. oben S. 681].)

VI.

Die Darstellung, die A. Koenig für die Intensitäten r_λ, g_λ, b_λ der Grundempfindungen im normalen menschlichen Auge bei der Beobachtung des Sonnenlichtspektrums als Funktion der Wellenlänge λ gegeben hat, wurde auf S. 6—18 benutzt, um die Zusammensetzung der Interferenzfarben vorauszusagen, die im parallelstrahligen polarisierten Lichte zwischen gekreuzten Polarisatoren erzeugt werden durch Platten oder Keile von Quarz, wenn die Beleuchtung durch Sonnenlicht erfolgt. Da die in den Farbengemischen enthaltenen Mengen von Grundrot R_λ, Grundgrün G_λ und Grundblau B_λ abhängig sind von dem Verhältnis der Doppelbrechung zur Wellenlänge, mit andern Worten, von dem in Wellenlängen gemessenen Gangunterschiede in einer Platte von der Einheit der Dicke (1 mm), kommen zwei Arten von Interferenzfarben in Betracht. Für die zur optischen Achse senkrechten Fortpflanzungsrichtungen ist maßgebend das Verhältnis der Differenz der Brechungsindizes $\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$ zu der in Millimetern gemessenen Wellenlänge, denn es ist (S. 8):

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \text{ usw.}$$

Dagegen kommt für die Richtung der optischen Achse in Betracht das Verhältnis der Differenz der Brechungsindizes $\omega'_\lambda - \omega''_\lambda$ zur Wellenlänge, denn hier gilt:

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} \text{ usw.}$$

Eine Abhängigkeit von beiden Gangunterschieden beobachten wir in den Interferenzerscheinungen, die im konvergenten polarisierten Lichte hervorgerufen werden durch Quarzplatten, deren Begrenzungsebenen senkrecht zur optischen Achse stehen.

Es seien bezeichnet die in Millimetern gemessene Plattendicke mit D, die Spuren der optischen Achse des Polarisationsapparates in der Eintrittfläche der Platte mit M, in der Austrittsfläche mit O und die Spur einer durch M gehenden und gegen die Plattennormale unter dem Winkel r geneigten Wellennormale in der Austrittsfläche mit Q, so daß $OQ = D \cdot \operatorname{tg} r$ wird.

Die Platte befinde sich zwischen gekreuzten Polarisatoren mit den Polarisationsebenen P, A. Zur Beleuchtung diene einfarbiges Licht von der Wellenlänge λ.

Abkürzend sei gesetzt:

$$(1.)\qquad \Phi(r,\lambda) = \frac{2D}{\cos r}\sqrt{\pi^2\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2 \sin^4 r + \pi^2\left(\frac{\omega_\lambda' - \omega_\lambda''}{\lambda}\right)^2}.$$

Hierin kann das spezifische Drehungsvermögen eingeführt werden durch:

$$\rho_\lambda = \pi \cdot \frac{\omega_\lambda' - \omega_\lambda''}{\lambda}.$$

In dem Interferenzbilde treten Hauptkreise gleichen Gangunterschiedes $\Gamma = p \cdot \lambda$ auf, deren Winkelhalbmesser r mit den Werten der Doppelbrechungen $\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$ und $\omega_\lambda' - \omega_\lambda''$, der Plattendicke D und der Ordnungszahl p verbunden sind durch die Beziehung:

$$(2.)\qquad \Phi(r,\lambda) = 2\pi\frac{\Gamma}{\lambda} = 2\pi p$$

oder:

$$(3.)\qquad \Gamma = p\cdot\lambda = \frac{D}{\cos r}\sqrt{(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda)^2 \sin^4 r + (\omega_\lambda' - \omega_\lambda'')^2}.$$

Es ist die Ordnungszahl $p = 1, 2, \cdots$ zu nehmen, falls die Dicke D unter den in Tab. 4 auf S. 13 angegebenen Beträgen D_0 bleibt.

Wir betrachten jetzt eine Stelle des Gesichtsfeldes auf einer der beiden Symmetrielinien, welche die Winkel (PA) halbieren. Hier herrscht im einfarbigen Licht die Intensität:

$$(4.)\qquad \mathfrak{J}_\lambda = \sin^2\frac{\Phi(r,\lambda)}{2}.$$

Mit Hilfe dieses Wertes ergeben sich die in dem austretenden Lichte enthaltenen Mengen von Grundrot, Grundgrün und Grundblau:

$$(5.)\qquad R_\lambda = r_\lambda \cdot \mathfrak{J}_\lambda \qquad G_\lambda = g_\lambda \cdot \mathfrak{J}_\lambda \qquad B_\lambda = b_\lambda \cdot \mathfrak{J}_\lambda.$$

Erfolgt die Beleuchtung durch Sonnenlicht, so setzen sich die Grundempfindungen des Farbengemisches an der gewählten Stelle des Interferenzbildes in folgender Weise zusammen (S. 8):

$$(6.)\quad R = \sum_{400}^{700} R_\lambda \cdot \Delta\lambda\,, \qquad G = \sum_{400}^{700} G_\lambda \cdot \Delta\lambda\,, \qquad B = \sum_{400}^{700} B_\lambda \cdot \Delta\lambda\,.$$

Aus der auf S. 18/19 erläuterten Verschiedenheit in der Gestalt der Oberflächen gleichen Gangunterschiedes für inaktive und aktive optisch einachsige Kristalle ist unmittelbar ersichtlich, daß im weißen Licht nur die Interferenzfarben basischer Platten aus inaktiven Kristallen eine von der Plattendicke unabhängige Farbenfolge darbieten werden. Dagegen beruht das Interesse der Farbenerscheinungen an Platten aus aktiven Kristallen darauf, daß sie eine charakteristische Abhängigkeit von der Plattendicke zeigen. Als Beispiel wurden gewählt die zu Beobachtungen im polarisierten Lichte oft benutzten Quarzplatten von 3.75 und 7.50 mm Dicke. Den Ausgangspunkt einer quantitativen Analyse ihrer Farbengemische liefern die Werte der in Wellenlängen gemessenen Gangunterschiede in Platten von 1 mm Dicke:

$$(7.)\qquad \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \quad \text{und} \quad \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} = \frac{\rho_\lambda}{\pi}\,,$$

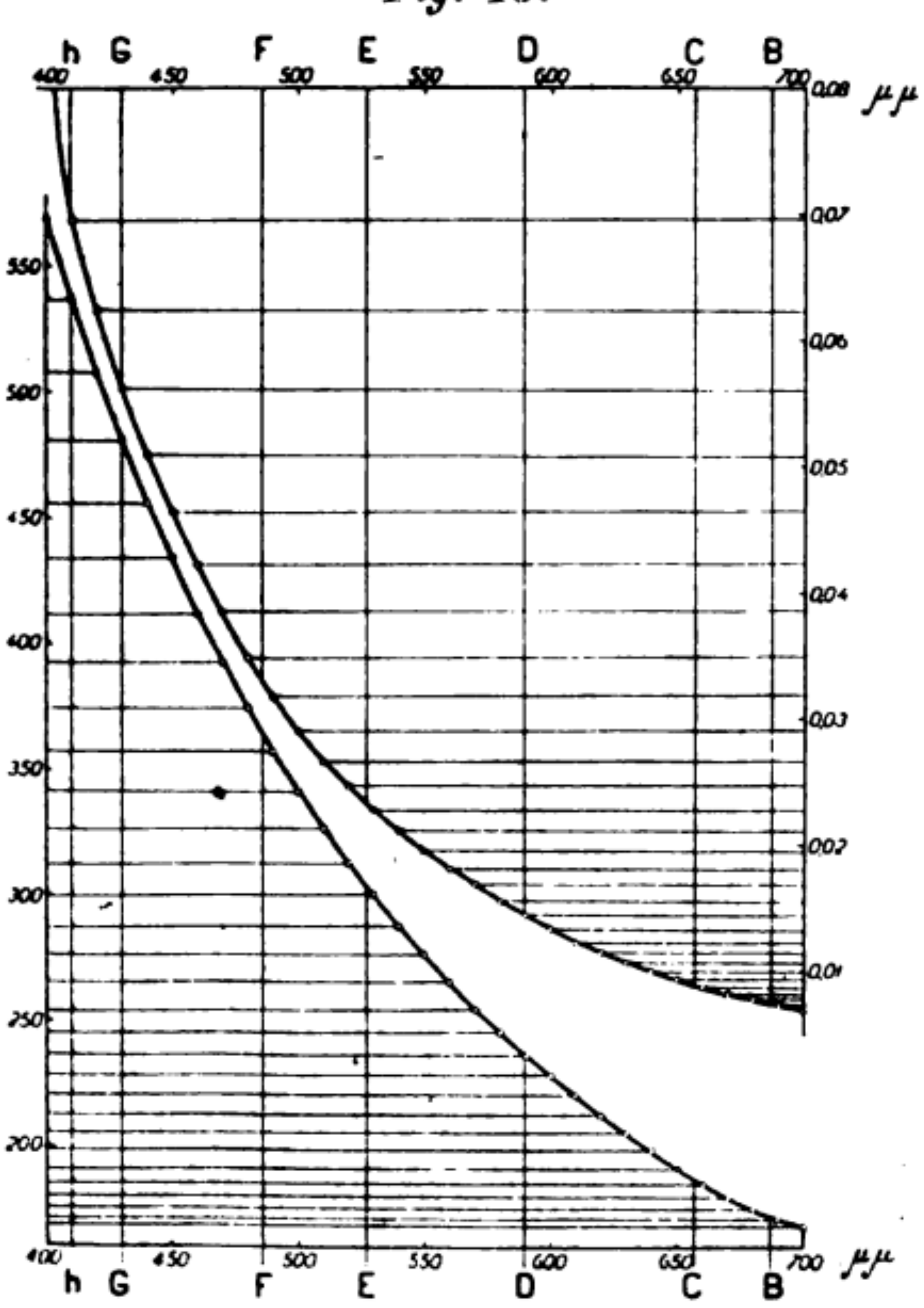
die auf S. 17 in Tab. 7 für die den Fraunhoferschen Linien B—H entsprechenden einfarbigen Lichtarten angegeben wurden. Hieraus wurde die nach $\Delta\lambda = 10\ \mu\mu$ fortschreitende und von $\lambda = 0.000400$ bis 0.000700 mm reichende Tab. 11 abgeleitet, in der auch die Werte der in (1.) auftretenden Größen:

$$\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2, \qquad \pi^2\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2,$$

$$\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2, \qquad \pi^2\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2$$

enthalten sind. Eine Anschauung von der Dispersion der Quadrate von (7.) wird vermittelt durch Fig. 10.

Fig. 10.



Quarz. Abhängigkeit der Quadrate der Verhältnisse $(\varepsilon - \omega) : \lambda$ (unten) und $(\omega' - \omega'') : \lambda$ (oben) von der Wellenlänge.

Mit den für einen gegebenen Winkelhalbmesser r und den zugehörigen Wert OQ berechneten Werten der Grundempfindungen R, G, B (Tab. 12, 13) wurden die Quotienten $(B—G):(G—R)$ gebildet. Sie gestatten mit Hilfe der Tab. 1 und der zugehörigen Fig. 1, die in einem zur Interpolation geeigneten Maßstabe entworfen wird,

Tabelle 11. Quarz.

λ in mm	$\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}$	$\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2$	$\pi^2\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2$	$\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}$	$\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2$	$\pi^2\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2 = \rho^2_\lambda$
0.000400	23.864	569.49	5620°6	0.2929	0.08572	2777°3
410	23.187	537.62		2641	6973	2259.1
420	22.549	508.46	5018.3	2503	6264	2029.5
430	21.946	481.63	4753.6	2375	5641	1827.6
440	21.375	456.88	4509.2	2262	5115	1657.3
450	20.833	434.01	4283.5	2161	4670	1513.2
460	20.319	412.86	4074.7	2061	4248	1376.4
470	19.832	393.30	3881.7	1965	3861	1251.0
480	19.365	375.01	3701.2	1877	3505	1135.7
490	18.922	358.06	3533.8	1788	3196	1035.6
500	18.500	342.25	3377.8	1707	2915	944.32
510	18.097	327.51	3232.4	1636	2675	866.72
520	17.711	313.68	3095.9	1577	2486	805.42
530	17.342	300.75	2968.3	1514	2292	742.58
540	16.987	288.55	2847.9	1457	2123	688.02
550	16.648	277.15	2735.4	1403	1968	637.56
560	16.321	266.38	2629.1	1350	1824	590.96
570	16.009	254.52	2529.4	1300	1690	547.57
580	15.708	246.74	2435.2	1251	1565	507.16
590	15.419	237 74	2346.4	1205	1452	470.46
600	15.140	229.23	2262.4	1160	1346	435.97
610	14.872	221.17	2182.9	1117	1247	404.02
620	14.612	213.51	2107.3	1074	1153	373.65
630	14.362	206.26	2035.7	1036	1073	347 83
640	14.121	199.39	1967.9	1001	1002	324.71
650	13.888	192.88	1903.6	0968	0941	303.46
660	13.662	186.65	1842.1	0937	0878	284.61
670	13.444	180.74	1783.9	0911	0829	268.63
680	13.233	175.11	1728.3	0883	0780	252.81
690	13.120	173.32	1698.9	0859	0739	239.32
700	13.010	169.26	1670.5	0834	0695	225.30

den gesuchten Farbton $\mathfrak{F}$ zu ermitteln, dessen Helligkeit $\mathfrak{H}$ und Sättigung $\mathfrak{S}$ sich dann aus (11.) und (12.) auf S. 11 ergeben. Die auf solche Weise gewonnenen Tab. 12, 13 liegen den Fig. 11—13 zugrunde. Nach den direkt berechneten Tripeln R, G, B sind die durch kleine vertikal übereinanderliegende Kreise bezeichneten Punkte der Grundempfindungskurven (a) eingetragen. Für die Konstruktion der Kurven (b), (c), (d), welche die Abhängigkeit darstellen, in der $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{H}$, $\mathfrak{S}$ von r und OQ stehen, ist eine größere, hier nicht angeführte Reihe derartiger Wertsysteme erforderlich, die aus den Kurven (a) durch Interpolation gewonnen wurde.

Es erhebt sich hier die Frage, wieviel Wertetripel R, G, B berechnet werden müssen, um die Grundempfindungskurven mit hinrei-

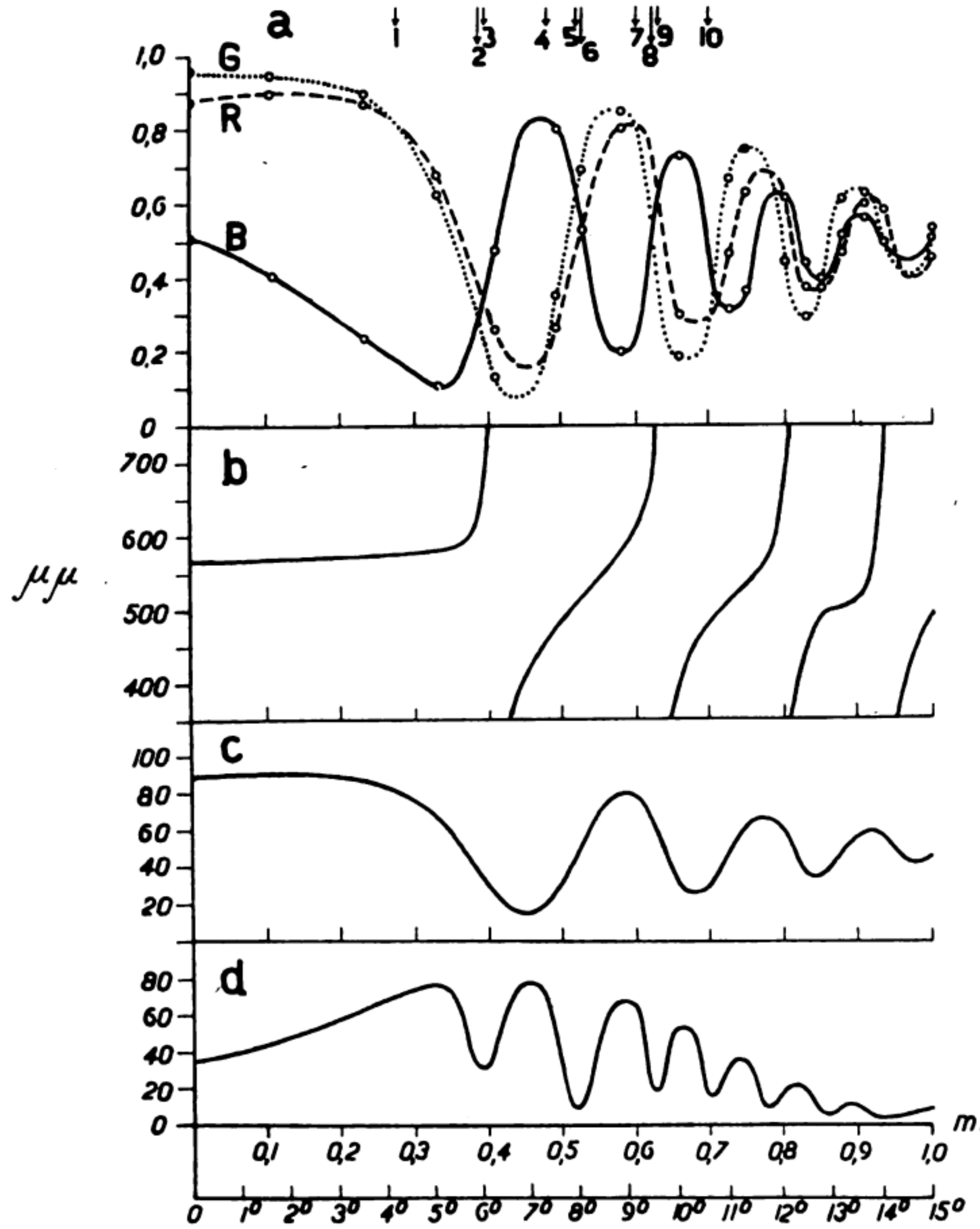
Tabelle 12. Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren. $D = 3.75$ mm.

OQ in mm	*r*	1000 *B*	1000 *G*	1000 *R*	$\frac{B-G}{G-R}$	𝔉 λ in μμ	𝔋 in Proz.	𝔖 in Proz.
0	0	503	955	883	− 6.3	569	89	35
0.1058	1° 37′	413	941	898	−12.3	574	90	45
0.2294	3 30	244	898	875	−28.4	577	87	64
0.3281	5 —	113	614	680	+ 7.6	583	66	76
0.4107	6 15	470	137	254	− 2.9	Purpur	23	51
0.4937	7 30	803	356	270	+ 5.2	484	29	43
0.5270	8 —	530	680	517	− 0.92	504	54	10
0.5772	8 45	202	851	803	−13.5	574	80	67
0.6612	10 —	728	189	312	− 4.4	Purpur	30	54
0.7289	11 —	315	669	480	− 1.8	523	51	35
0.7459	11 15	393	752	625	− 2.8	543	64	33
0.7971	12 —	622	455	616	− 1.0	Purpur	59	19
0.8314	12 30	442	299	372	− 2.0	Purpur	36	19
0.8485	12 45	401	398	365	+ 0.1	497	37	6
0.8830	13 15	511	616	477	− 0.76	503	50	11
0.9118	13 40	559	629	598	− 2.3	534	60	6
0.9350	14 —	503	494	579	− 0.11	Purpur	56	6
1.0048	15 —	518	545	456	− 0.30	499	47	10
1.1823	17 30	486	477	498	− 0.40	Purpur	49	2
1.3649	20 —	497	496	487	+ 0.11	496	49	1

Tabelle 13. Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren. $D = 7.50$ mm.

OQ in mm	*r*	1000 *B*	1000 *G*	1000 *R*	$\frac{B-G}{G-R}$	𝔉 λ in μμ	𝔋 in Proz.	𝔖 in Proz.
0	0	680	188	235	− 9.8	419	24	49
0.2117	1° 37′	646	188	217	−16.—	460	22	46
0.3275	2 30	621	192	140	+ 8.3	481	16	56
0.4587	3 30	537	289	212	+ 3.2	487	23	38
0.5903	4 30	354	588	397	− 1.2	510	43	20
0.6561	5 —	311	762	598	− 2.8	544	62	44
0.8214	6 15	655	401	587	− 1.3	Purpur	56	27
0.9874	7 30	417	658	488	− 1.4	515	51	20
1.0541	8 —	592	644	688	+ 1.2	605	68	7
1.1543	8 45	426	345	373	− 2.9	Purpur	37	9
1.2551	9 30	545	624	570	− 1.5	517	58	6
1.3224	10 —	449	413	523	− 0.33	Purpur	50	10
1.4578	11 —	484	450	441	+ 3.8	486	44	4
1.4918	11 15	469	455	520	− 0.21	Purpur	51	5
1.5941	12 —	487	528	483	− 0.91	505	49	3
1.6628	12 30	511	483	509	− 1.1	Purpur	50	4
1.6971	12 45	512	561	563	+24.—	581	56	6
1.7660	13 15	488	493	480	− 0.4	500	48	2
2.0096	15 —	510	499	461	+ 0.3	496	47	6
2.3646	17 30	491	503	497	− 2.0	529	50	1
2.7298	20 —	502	501	499	+ 0.5	497	50	0.3

Fig. 11.

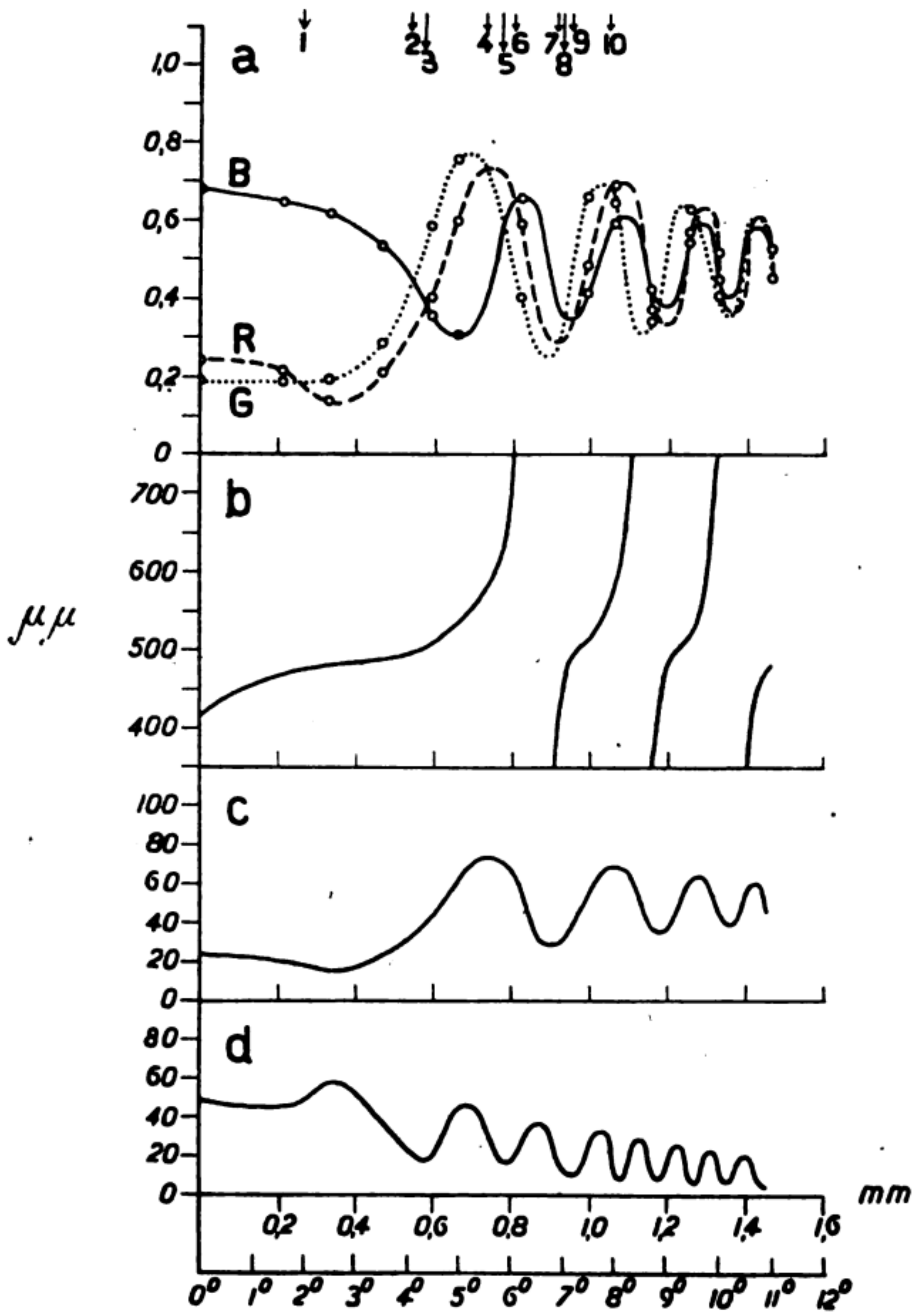


Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse, $D = 3.75$ mm, zwischen gekreuzten Nicols. (*a*) Grundempfindungskurven, (*b*) Farbton, (*c*) Helligkeit, (*d*) Sättigung für die Interferenzfarben I. bis IV. Ordnung.

chender Sicherheit konstruieren zu können. Im allgemeinen wird es genügen, nur soweit in der Auswahl der Winkel *r* fortzuschreiten, bis ein neu eingeschaltetes Wertsystem den Verlauf der aus den schon vorhandenen Werten gezeichneten Kurven bestätigt.

Im Mittelfelde der Interferenzerscheinung, die durch eine Quarzplatte von 3.75 mm Dicke erzeugt wird, herrscht nach Fig. 11 der charakteristische blaßgelbe (*b*), helle (*c*) Farbton, dessen Sättigungsgrad (*d*) mit wachsendem Winkelhalbmesser zunimmt, während gleichzeitig die Helligkeit abnimmt. Er geht in ein dunkleres Gelbbraun

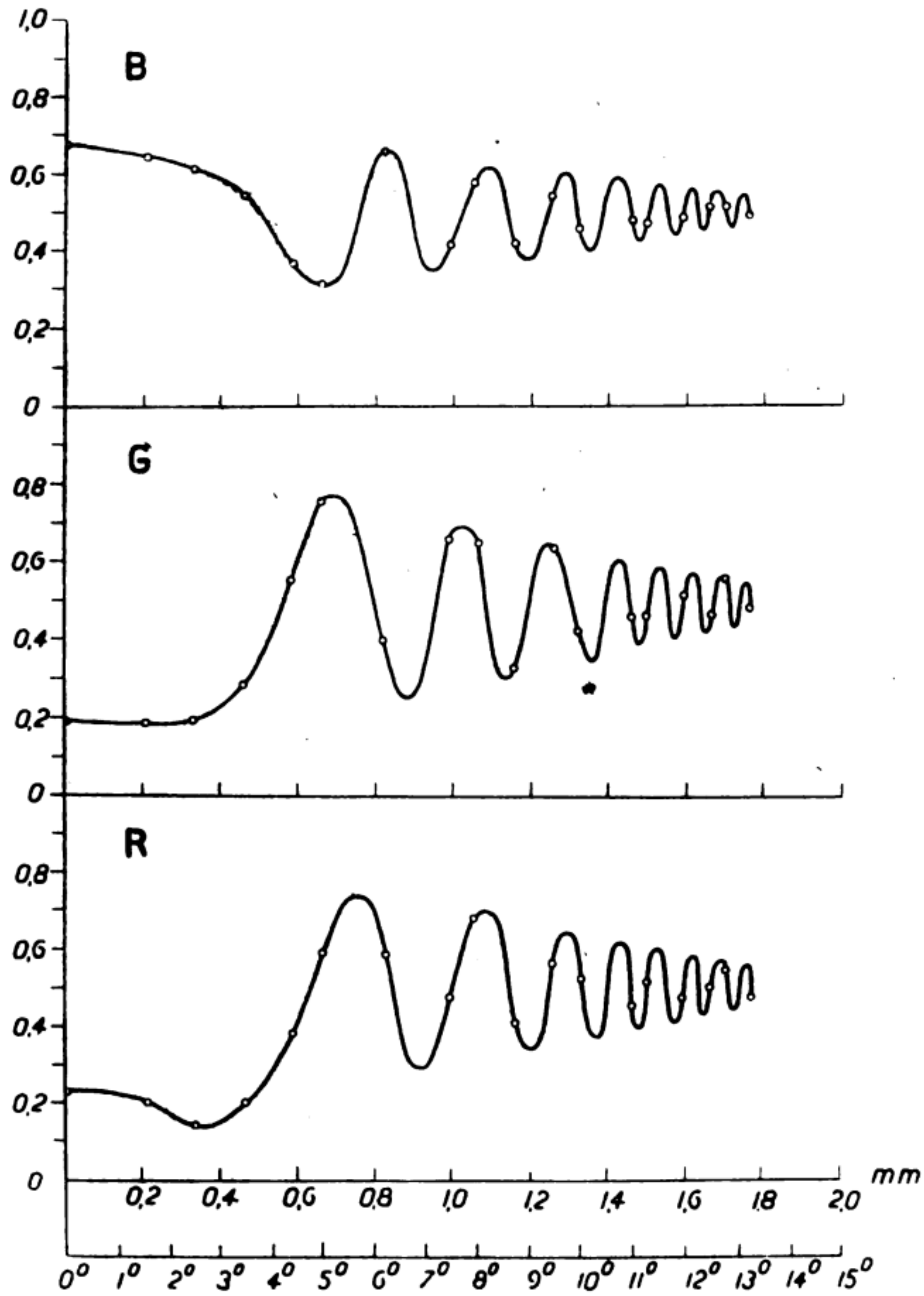
Fig. 12a.



Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse, $D = 7.50$ mm, zwischen gekreuzten Nicols. Kurven (*a*) bis (*d*) für die Interferenzfarben II. bis IV. Ordnung.

über. Dann folgt dunkles (*c*) Rot erster Ordnung (*b*) und ein dunkles (*c*) gesättigtes (*d*) Purpur (*b*). — Die zweite Ordnung der Interferenzfarben beginnt mit einem ziemlich dunklen (*c*) Blau (*b*), das mit wachsendem Winkelhalbmesser heller (*c*) und blasser (*d*) wird. Darauf tritt eine sehr wenig gesättigte (*d*) blaugrüne Farbe (*b*) von mittlerer Helligkeit (*c*) auf. Nun folgt kräftigeres Hellgelb (*b*), das in ein dunkler werdendes (*c*) tieferes (*d*) Rot zweiter Ordnung (*b*) übergeht. Auch am Übergang zur Farbenfolge dritter Ordnung erscheint Purpur, aber heller (*c*) und blasser (*d*) als vorher. — Blaugrün (*b*) von mittlerer

Fig. 12b.



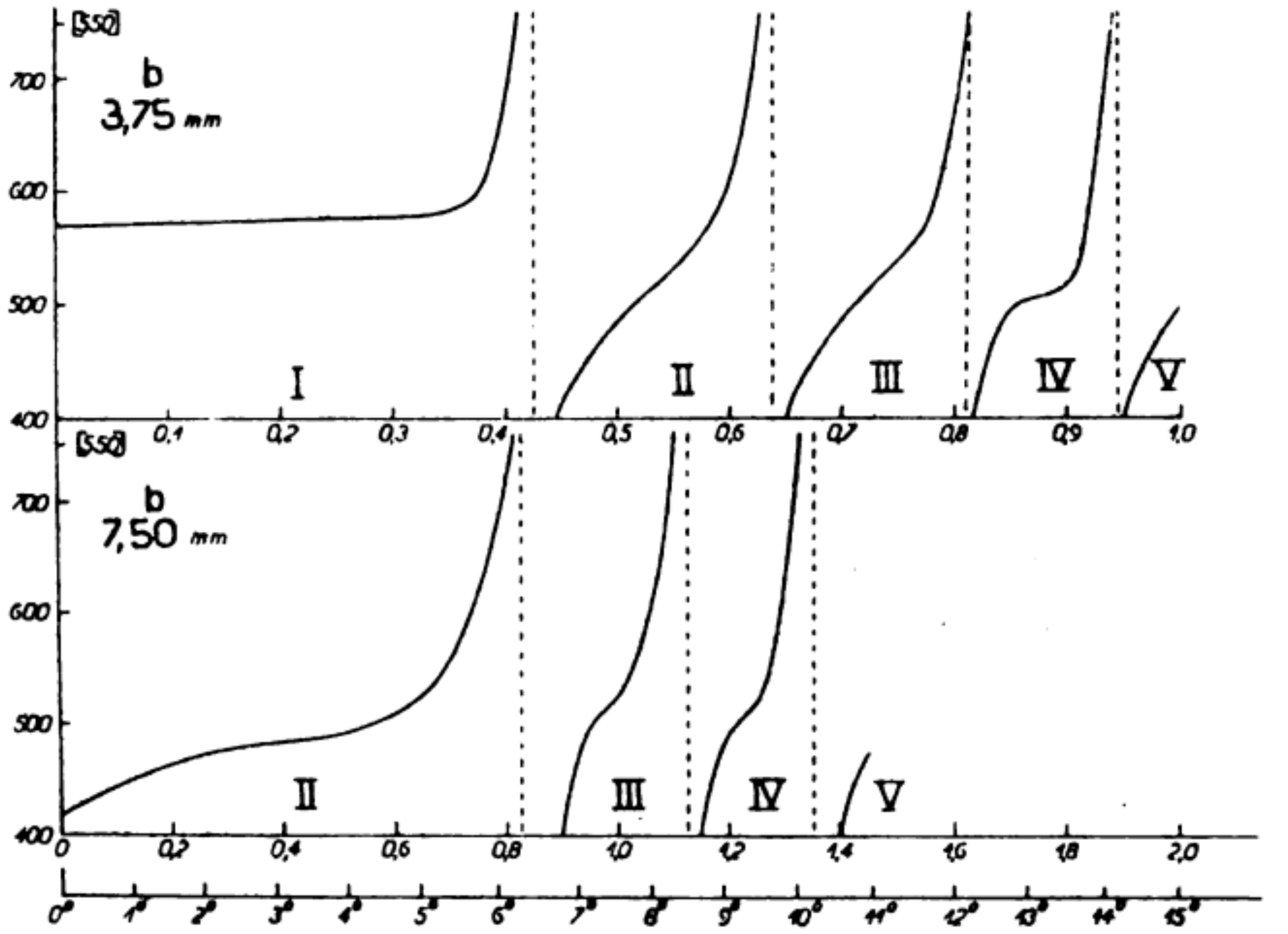
Quarz. *D* = 7.50 mm. Getrennte Darstellung der Grundempfindungskurven *R*, *G*, *B*.

Helligkeit (*c*) und geringerer Sättigung (*d*) nimmt nun einen breiteren Raum ein. Dasselbe gilt von Rotpurpur. Die übrigen Farben treten zurück. Die Kurven (*b*) des Farbtons 𝔉 sind im blauen und gelben Gebiet des Spektrums steil aufgerichtet. Im Bereich des Grün verlaufen sie flacher. Sehr steil erfolgt der Übergang von Grün zu Rot. Daher wird mit zunehmender Ordnungszahl nur noch ein Wechsel von Rosa und Blaßgrün beobachtet. Auch die Helligkeitsunterschiede (*c*) werden geringer, und der Sättigungsgrad (*d*) nimmt ab.

Die Farbenfolge der durch eine doppelt so dicke Quarzplatte von 7.50 mm hervorgerufenen Interferenzerscheinung beginnt im Mittelfelde mit dem charakteristischen dunklen (*c*), halbgesättigten (*d*), violett-

blauen (b) Farbton zweiter Ordnung. Er geht über in Blaugrün (b) von wachsender Helligkeit (c) und abnehmendem Sättigungsgrade (d). Darauf folgen ein gesättigteres (d) Hellgrün (b) und ein sehr blasses (d) helles (c) Gelb (b). Hieran schließen sich gesättigteres (d) dunkleres (c) Rot zweiter Ordnung (b) und Purpur, ein Farbton, der außer an dieser Stelle des Überganges von der zweiten zur dritten Ordnung in der Farbenreihe nicht wieder angetroffen wird, da seine Sättigung zu schwach ist. — In der dritten Ordnung erscheint zunächst mit zunehmender Helligkeit ein Blaugrün und darauf ein noch helleres Grün. Hieran schließt sich das nicht sehr dunkle und nur wenig gesättigte

Fig. 13.



Quarz. Vergleichende Zusammenstellung der Abhängigkeit des Farbtons von dem Winkelhalbmesser der isochromatischen Kurven in den Ordnungen I bis IV für $D = 3.75$ mm und II bis IV für $D = 7.50$ mm.

Rot dritter Ordnung. — Nun wiederholen sich Farben, in denen blasses Blaugrün und Rosa überwiegen, deren b-Kurven also im grünen Spektralbereich flacher ansteigen als im blauen und gelben, bis schließlich das Weiß höherer Ordnung auftritt.

Vergleicht man den Verlauf der Grundempfindungskurven in Fig. 11 und 12a, so ergibt sich, daß die Ordinaten ihrer Schnittpunkte 1 bis 10 einander entgegengesetzte Größenfolgen darbieten. In der Tat finden folgende Beziehungen statt, in denen sich das obere Zeichen auf die Plattendicke 3.75 mm, das untere auf 7.50 mm bezieht:

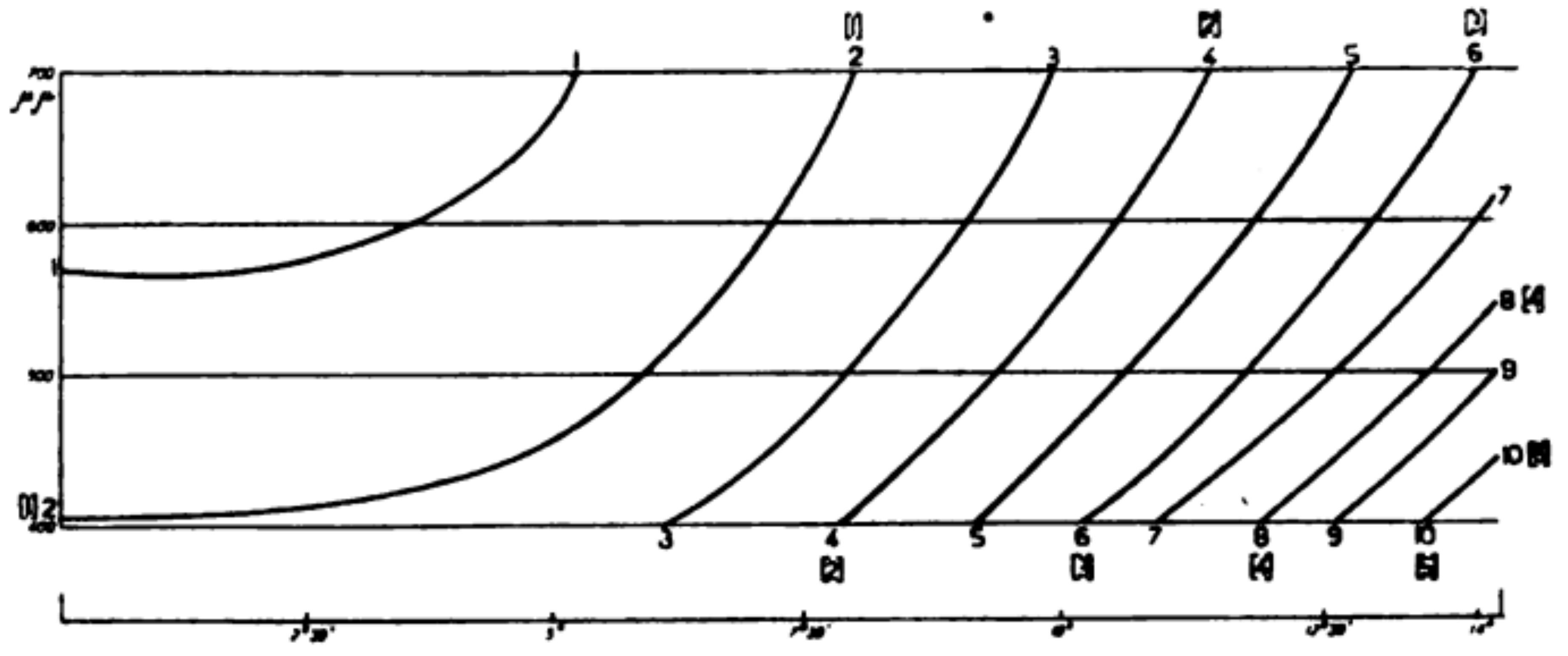
$$1\ G = R \gtrless B,\quad 2\ B = G \lessgtr R,\quad 3\ B = R \gtrless G,\quad 4\ G = R \lessgtr B,\quad 5\ B = G \gtrless R,$$
$$6\ B = R \lessgtr G,\quad 7\ R = G \gtrless B,\quad 8\ B = G \lessgtr R,\quad 9\ R = B \gtrless G,\quad 10\ R = G \lessgtr B.$$

Daher sind in den Richtungen der zugehörigen Winkelhalbmesser nahezu komplementäre Interferenzfarben wahrzunehmen.

Die Zusammenstellung der Kurven (*b*) der Farbtöne in Fig. 13 ist namentlich dadurch von Interesse, daß sie eine Anschauung gewährt von dem Auftreten der durch gestrichelte vertikale Geraden angedeuteten Übergangsfarben.

Fällt der Spalt eines Spektroskops in die Richtung einer der Symmetrielinien, welche die Winkel zwischen den Polarisationsebenen *P*, *A* halbieren, so werden im Spektrum dunkle Kurven an den Stellen auftreten, an denen nach (4):

Fig. 11.



Quarz. Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben für [$D = 3.75$ mm] und $D = 7.50$ mm. Kurven gleichen Gangunterschiedes.

$$(8.)\qquad \mathfrak{J}_\lambda = \sin^2 \frac{\Phi(r,\lambda)}{2} = \sin^2 \pi \frac{\Gamma}{\lambda} = 0$$

ist, also der Gangunterschied Γ ein ganzzahliges Vielfaches p von λ erreicht. Da in der vorausgehenden Berechnung der Grundempfindungen nach (6) die Werte von $\mathfrak{J}_\lambda$ für die Wellenlängen der Tab. 11 gewonnen worden waren, konnten sie hier benutzt werden, um für jeden der gewählten Winkelhalbmesser r durch Interpolation die Wellenlängen abzuleiten, für welche die Intensität $\mathfrak{J}_\lambda$ verschwindet. Es ergab sich z. B. für die Plattendicke 3.75 mm, den Winkel $r = 4^\circ 30'$ und die Ordnungszahl $p = [1]$, daß zu den Wellenlängen $\lambda = 0.000430$ und 0.000440 mm die Winkel $\frac{1}{2}\Phi = 10^\circ$ und $5^\circ 40'$ gehören. Dazwischen muß, wie der Verlauf von $\frac{1}{2}\Phi$ im Gebiet der benachbarten Wellenlängen lehrt, die Wellenlänge sich befinden, die $\frac{1}{2}\Phi$ zum Verschwinden bringt. Hieraus folgt $\lambda = 0.000436$ mm. Auf diese Weise

wurde Fig. 14 konstruiert; die eingeklammerten Ordnungszahlen p beziehen sich auf die Plattendicke 3.75, die übrigen auf 7.50 mm.

Inaktive Kristalle würden unter denselben Bedingungen Kurven gleichen Gangunterschiedes liefern, die dem durch Fig. 3 dargestellten Typus angehören.

VII.

Wenn die Interferenzerscheinungen bekannt sind, die im polarisierten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren hervorgerufen werden, so können daraus die komplementären Erscheinungen entnommen werden, die zwischen parallelen Polarisatoren entstehen.

In einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche sind die Mengen von Grundrot R, Grundgrün G, und Grundblau B in dem Farbengemisch, das an einer Stelle mit der Dicke d im parallelstrahligen Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren auftritt, gegeben durch:

$$R = \int R_\lambda \cdot d\lambda \text{ usw.,}$$

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \text{ usw.}$$

Zwischen parallelen Polarisatoren gilt für die Grundempfindungen R', G′, B′:

$$R' = \int R'_\lambda \cdot d\lambda \text{ usw.,}$$

$$R'_\lambda = r_\lambda \left\{ 1 - \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega\lambda}{\lambda} \right\} = r_\lambda - R_\lambda \text{ usw.,}$$

daher wird nach der auf S. 4 eingeführten Voraussetzung:

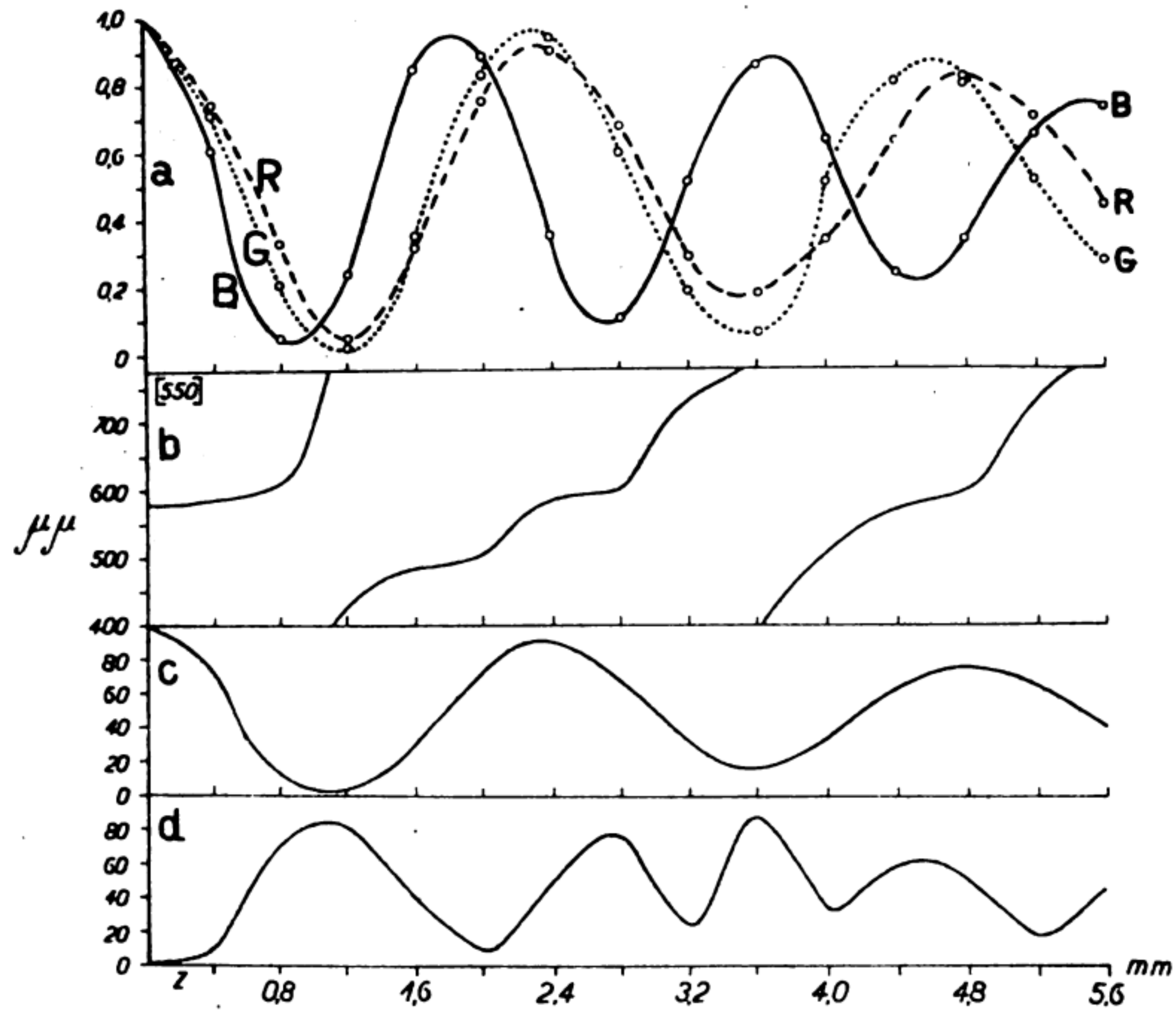
(1.) $$R' = 1 - R, \quad G' = 1 - G, \quad B' = 1 - B.$$

Die Größenfolge der zu einer bestimmten Dicke d gehörigen Grundempfindungen R', G', B' ist also entgegengesetzt zu der Anordnung von R, G, B. Daher stehen die Grundempfindungskurven für gekreuzte und für parallele Polarisatoren in der Beziehung zueinander, daß sie spiegelbildlich liegen zur Abszissenachse; in beiden Fällen sind aber die Ordinaten nach derselben Richtung zu nehmen. Nach dieser Anweisung sind die zu einem Keilwinkel $\alpha = 1° 30'$ gehörigen Werte von R', G', B' aus Tab. 3 auf S. 9 abgeleitet (Tab. 14) und die Kurven (a) in Fig. 15 gezeichnet.

Da der Quotient:

(2.) $$\frac{B' - G'}{G' - R} = \frac{B - G}{G - R}$$

Fig. 15.



Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche zwischen parallelen Nicols (vgl. S. 10, Fig. 5).

wird, ist die Reihe 6 der Tab. 3 unmittelbar in die Tab. 14 zu übertragen. Nun kann der zu diesen Zahlen gehörige Farbton $\mathfrak{F}'$ wieder entnommen werden aus der für Spektralfarben geltenden Fig. 1, die in einem zu Interpolationen geeigneten Maßstabe hergestellt ist. Folgendes Beispiel möge das Verfahren erläutern. An der Stelle $z = 1.6$ mm des Keiles gilt nach Tab. 3 zwischen gekreuzten Polarisatoren:

$$1000\,R = 687\,, \quad 1000\,G = 656\,, \quad 1000\,B = 178\,,$$

so daß:

$$\frac{B-G}{G-R} = +15.4$$

wird. Da $R > G > B$ ist, ergibt sich in Fig. 1 aus dem Schnittpunkt der durch $+15.4$ gelegten Horizontalen mit dem rechten Kurvenzweige der Farbton:

$$\mathfrak{F} = 581\,\mu\mu\,.$$

An derselben Stelle des Keiles erhalten wir nach Tab. 14 zwischen parallelen Polarisatoren:

Tabelle 14.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche im parallelstrahligen Licht zwischen parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\alpha = 1^\circ 30'$.

d in μ	z in mm	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	$\mathfrak{F}'$ λ in μμ	$\mathfrak{H}'$ in Proz.	$\mathfrak{S}'$ in Proz.
10.475	0.4	737	723	602	+ 8.64	583	70	12
20.950	0.8	338	208	50	+ 1.21	605	8	75
31.425	1.2	40	19	232	− 10.1	425	4	80
41.898	1.6	313	344	822	+ 15.4	475	32	37
52.375	2.0	739	816	876	+ 0.78	494	75	9
62.85	2.4	890	927	350	− 15.6	575	89	51
73.32	2.8	670	586	113	+ 5.64	585	65	75
83.80	3.2	328	185	494	− 2.16	Rot-P.	31	23
94.27	3.6	179	55	835	− 6.13	Viol.-P.	17	85
104.74	4.0	323	494	618	+ 0.72	494	36	32
115.22	4.4	611	776	227	− 3.33	551	63	57
125.69	4.8	778	782	319	−116.0	578	77	49
136.17	5.2	675	500	624	− 0.70	Rot-P.	65	17
146.64	5.6	417	255	691	− 2.69	Viol.-P.	40	44

$$1000\,R' = 313\,,\quad 1000\,G' = 344\,,\quad 1000\,B' = 822\,,$$

so daß auch der Quotient:

$$\frac{B'-G'}{G'-R'} = +15.4$$

wird. Da aber jetzt $B' > G' > R'$ ist, muß in Fig. 1 der Schnittpunkt jener Horizontalen mit dem mittleren Kurvenzweige aufgesucht werden. Auf diese Weise ergibt sich der komplementäre Farbton:

$$\mathfrak{F}' = 475\,\mu\mu.$$

Aus (1.) und den allgemein gültigen Beziehungen (10.) und (11.) auf S. 11 folgt, daß die Helligkeit $\mathfrak{H}'$ der Interferenzfarbe an einer Stelle d des zwischen parallelen Polarisatoren liegenden Keiles zu berechnen ist aus der Helligkeit $\mathfrak{H}$, die an derselben Stelle zwischen gekreuzten Polarisatoren herrscht, nach der Beziehung:

$$(3.)\qquad \mathfrak{H}' = \mathfrak{r}R' + \mathfrak{g}G' + \mathfrak{b}B' = 1 - \mathfrak{H}.$$

Der zugehörige Sättigungsgrad $\mathfrak{S}'$ ergibt sich aus:

$$(4.)\qquad \mathfrak{S}' = \frac{(R'+G'+B') - 3.\ \text{Kleinste Grundempfindung}}{R'+G'+B'}.$$

Tabelle 15.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche im parallelstrahligen Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\alpha = 1° 30'$.

z in mm	Gekreuzte Nicols: $\mathfrak{F}$ λ in μμ	Gekreuzte Nicols: Farbton	Parallele Nicols: $\mathfrak{F}'$ λ in μμ	Parallele Nicols: Farbton	Ordnung
0.4	480	Blaugrau	583	Hellgelb	I
0.8	492	Sehr helles blasses Blau	605	Rot	I
1.2	542	Sehr helles blasses Grüngelb	425	Tiefviolett	I
1.6	581	Hellgelb	475	Helleres Blau	I
2.0	613	Rot	494	Blasses Bläulichgrün	I
2.4	459	Dunkles Blauviolett	575	Helles Gelbgrün	II
2.8	484	Lichtblau	585	Hellgelb	II
3.2	532	Blasses Lichtgrün	[533]	Rotpurpur	II
3.6	569	Hellgelb	[568]	Violettpurpur	II
4.0	615	Hellrot	494	Bläulichgrün	II
4.4	[553]	Purpur	551	Helles Gelbgrün	III
4.8	465	Dunkles Blau	578	Mattes Gelb	III
5.2	503	Mattes Blaugrün	[500]	Mattes Rotpurpur	III
5.6	542	Helles Gelbgrün	[540]	Mattes Violettpurpur	III

Tabelle 16.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche im parallelstrahligen Licht zwischen parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\beta = 30°$.

d in mm	z in mm	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	$\mathfrak{F}'$ λ in μμ	$\mathfrak{H}'$ in Proz.	$\mathfrak{S}'$ in Proz.
0.5773	1	927	915	853	+10.2	582	92	9
1.1547	2	769	759	503	+25.6	585	76	25
2.3094	4	322	227	48	+ 1.70	600	30	75
3.4641	6	114	48	497	− 6.82	Viol.-P.	11	78
4.6188	8	202	239	856	+16.7	475	22	53
5.7735	10	461	626	516	− 0.67	501	49	14
6.9282	12	712	837	276	− 4.48	563	73	54
8.0830	14	783	729	487	+ 4.50	587	77	27
9.2376	16	635	460	637	− 1.00	Rot-P.	61	20
10.392	18	422	284	520	− 1.71	Rot-P.	40	31
11.547	20	328	322	428	−17.7	460	33	10
12.702	22	384	490	488	− 0.02	497	43	16
13.856	24	489	620	537	− 0.64	504	51	11
15.011	26	552	616	500	− 1.8	524	56	11
16.166	28	555	521	517	+ 1.2	604	55	3
17.320	30	530	439	483	− 0.38	Rot-P.	51	9

Tabelle 17.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche im parallelstrahligen Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\beta = 30°$.

z in mm	Gekreuzte Nicols ℑ λ in μμ	Gekreuzte Nicols Farbton	Parallele Nicols ℑ' λ in μμ	Parallele Nicols Farbton	Ordnung
1	469	Dunkles Blaugrün	582	Fahles Hellgelb	I
2	471	Blau	585	Hellgelb	I
4	491	Helles Lichtblaugrün	600	Sattes Orangerot	I
6	570	Hellgelb	[570]	Violettpurpur	I
8	581	Sattes Gelb	475	Blauviolett	I
10	[500]	Mattes Rotpurpur	501	Blasseres Blaugrün	I
12	[562]	Violettpurpur	563	Gelbgrün	II
14	485	Dunkles Blau	587	Mattes Hellgelb	II
16	507	Mattes Blaugrün	[505]	Mattes Rotpurpur	II
18	523	Grünblau	[520]	Mattes Violettpurpur	II
20	576	Helles fahles Gelb	460	Mattes Blauviolett	II
22	[496]	Mattes Rotpurpur	497	Helleres fahles Blaugrün	II
24	[500]	Tieferes Rotpurpur	504	Helleres fahles Grünblau	II
26	[522]	Blasses Violettpurpur	524	Fahles Grün	III
28	492	Mattes Blaugrün	604	Mattes Rosa	III
30	500	Mattes Grünblau	[500]	Mattes Rotpurpur	III

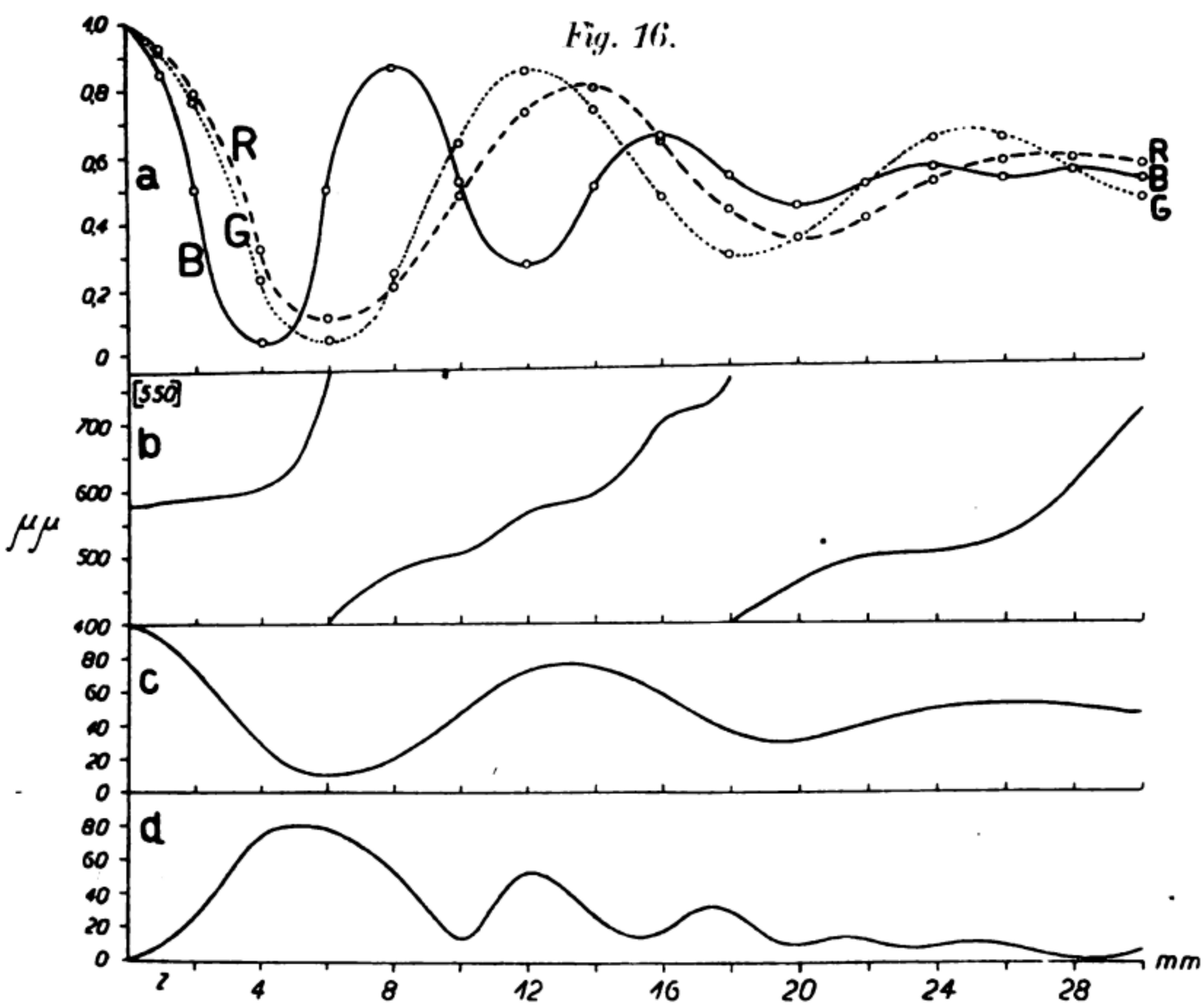


Fig. 16.

Quarzkeil mit einer zur optischen Achse **senkrechten** Eintrittsfläche zwischen parallelen Nicols (vgl. S. 15, Fig. 7).

Tabelle 18.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen parallelen Polarisatoren. $D = 3.75$ mm.

OQ in mm	r	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	𝔉' λ in μμ	𝔋' in Proz.	𝔖' in Proz.
0	0	117	45	497	− 6.4	[520]	12	80
0.1058	1°37'	102	59	587	−12.2	454	10	76
2294	3 30	125	102	756	−28.4	467	13	69
3281	5 —	320	386	887	+ 7.6	480	34	40
4107	6 15	746	863	530	− 2.9	545	77	26
4937	7 30	730	644	197	+ 5.2	585	71	66
5270	8 —	483	320	470	− 0.92	[504]	46	25
5772	8 45	197	149	798	−13.5	456	20	61
6612	10 —	688	811	272	− 4.4	563	70	54
7289	11 —	520	331	685	− 1.8	[524]	49	35
7459	11 15	375	248	607	− 2.8	[544]	36	40
7971	12 —	384	545	378	− 1.0	505	41	13
8314	12 30	628	701	558	− 2.0	530	64	11
8485	12 45	635	602	599	+ 0.1	670	63	2
8830	13 15	523	384	489	− 0.76	[502]	50	14
9118	13 40	402	371	441	− 2.3	[535]	40	8
9350	14 —	421	506	497	− 0.11	497	44	11
1.0048	15 —	544	455	482	− 0.3	[500]	53	8

Tabelle 19.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. $D = 3.75$ mm.

r	Gekreuzte Nicols 𝔉 λ in μμ	Gekreuzte Nicols Farbton	Parallele Nicols 𝔉' λ in μμ	Parallele Nicols Farbton	Ordnung
0	569	Hellgelb	[520]	Tiefes Violettpurpur	
1°37'	574	„	454	Blauviolett	
3 30	577	Intensiveres Hellgelb	467	Blau	I
5 —	583	Gelb	480	Helleres Blau	
6 15	[545]	Purpur	545	Hellgrün	
7 30	484	Dunkelblau	585	Hellgelb	
8 —	504	Mattes Grünblau	[504]	Rotpurpur	II
8 45	574	Hellgelb	456	Blau	
10 —	[563]	Schwächeres Purpur	563	Hellgelb	
11 —	524	Grünblau	[524]	Matteres Violettpurpur	
11 15	543	Gelbgrün	[544]	Dunkles mattes Violettpurpur	III
12 —	[505]	Mattes Purpur	505	Blasses Violett	
12 30	[530]	Mattpurpur	530	Mattes Gelbgrün	
12 45	497	Blaßblaugrün	670	Mattes Rosa	
13 15	503	„	[503]	Mattes Rotpurpur	IV
13 40	534	Mattes Grüngrau	[534]	Sehr mattes Violettpurpur	
14 —	[500]	Mattes Rosa	497	Mattes Blaugrün	
15 —	499	Blasses Bläulichgrün	[500]	Mattes Rosa	V

Tabelle 20.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen parallelen Polarisatoren. $D = 7.50$ mm.

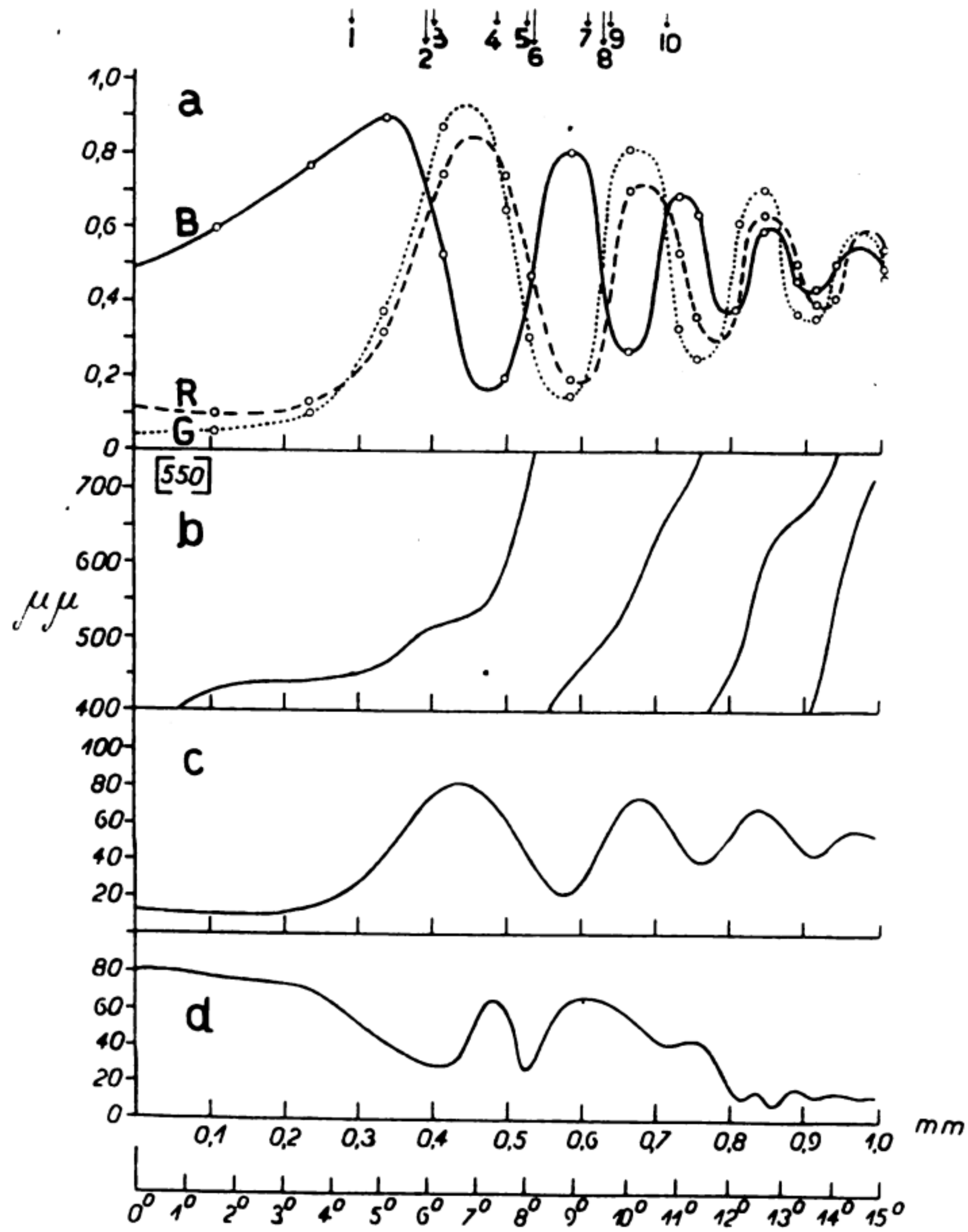
OQ in mm	r	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	𝔉' λ in μμ	ℌ' in Proz.	𝔖' in Proz.
0	0	765	812	320	− 9.8	574	76	51
0.2117	1°37'	783	812	354	−16.0	577	78	45
3275	2 30	860	808	379	+ 8.3	583	84	44
4587	3 30	788	711	463	+ 3.2	590	77	29
5903	4 30	603	412	646	− 1.2	[510]	57	26
6561	5 —	402	433	689	−12.8	454	38	21
8214	6 15	413	599	445	− 1.3	511	44	15
9874	7 30	512	342	583	− 1.4	[515]	49	29
1.0541	8 —	312	356	408	+ 1.2	491	32	13
1543	8 45	627	655	574	− 2.9	545	63	7
2551	9 30	430	376	455	− 1.5	[518]	42	10
3224	10 —	477	587	551	− 0.33	500	50	11
4578	11 —	559	550	516	+ 3.8	588	56	4
4918	11 15	480	545	531	− 0.2	496	49	7
5941	12 —	517	472	513	− 0.9	[497]	51	6
6628	12 30	491	517	489	− 1.1	509	50	2

Tabelle 21.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. $D = 7.50$ mm.

r	Gekreuzte Nicols		Parallele Nicols		Ordnung
	𝔉 λ in μμ	Farbton	𝔉' λ in μμ	Farbton	
0	419	Tiefviolett	574	Hellgelb	II
1°37'	460	Blau	577	„	
2 30	481	Dunkelblau	583	„	
3 30	487	Dunkelblaugrün	590	Mattes Hellgelb	
4 30	510	Matteres Blaugrün	[510]	Matteres Purpur	
5 —	544	Gelbgrün	454	Lichtblau	
6 15	[511]	Matteres Purpur	511	Blasses Bläulichgrün	
7 30	515	Mattes Grün	[515]	Purpurnes Rosa	III
8 —	605	Mattes Gelbrosa	491	Mattes Blaugrün	
8 45	[545]	Blasses Rosa	545	Fahles Gelbgrün	
9 30	517	Mattes Grün	517	Mattes Rosa	IV
10 —	[500]	Mattes Rosa	500	Mattes Bläulichgrün	
11 —	486	Blasses Blaugrün	588	Mattes Gelb	V
11 15	[496]	Graurosa	496	Blasses Bläulichgrün	
12 —	505	Graugrün	[505]	Mattes Rosa	VI
12 30	[509]	Graurosa	509	Graues Bläulichgrün	

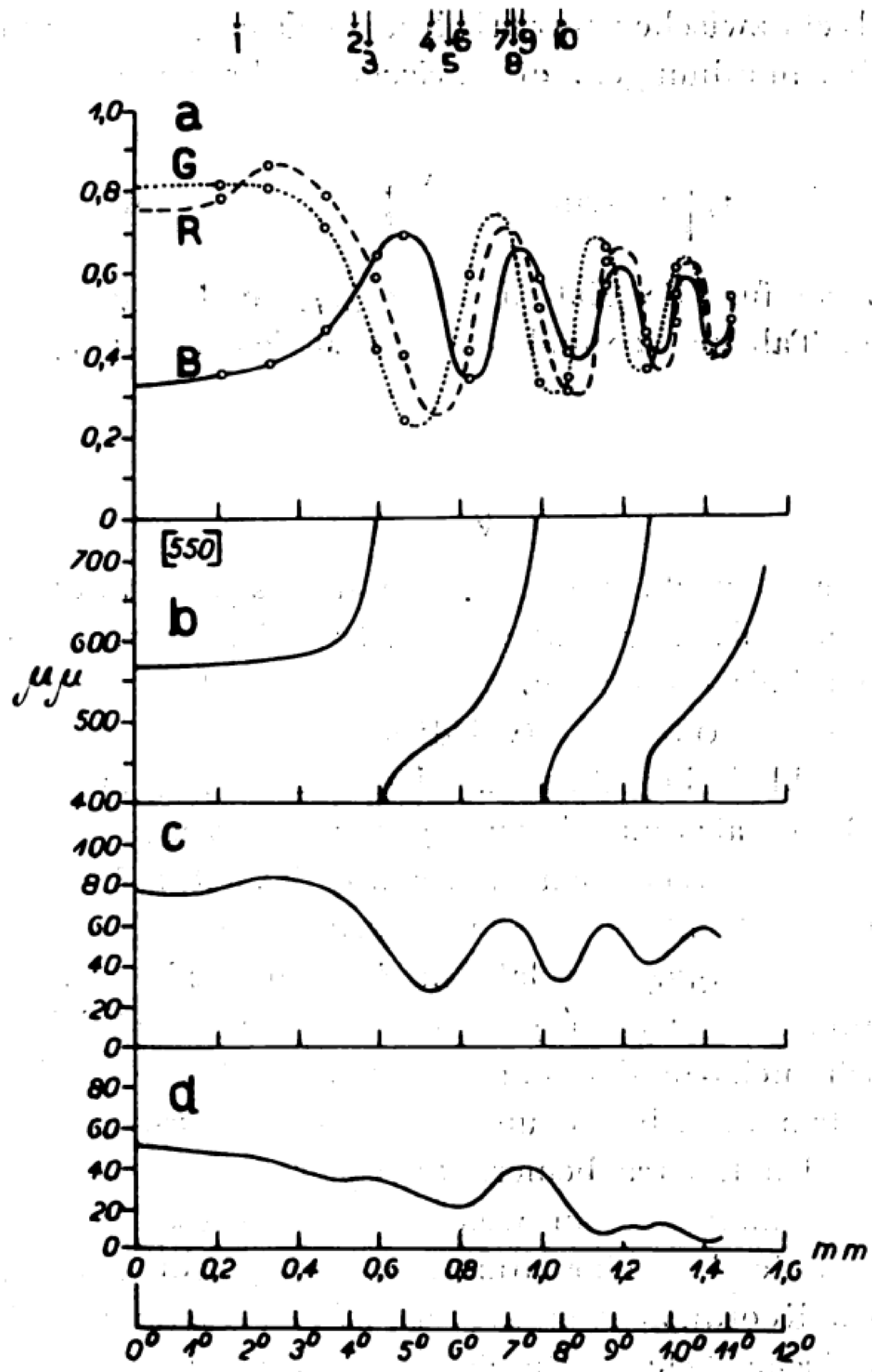
Fig. 17.



Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse, $D = 3.75$ mm, zwischen parallelen Nicols (vgl. Fig. 11).

Hiernach sind Tab. 14 vervollständigt und die Kurven (*b*), (*c*), (*d*) in Fig. 15 konstruiert worden. Schließlich wurde eine vergleichende Übersicht der Farbtöne $\mathfrak{F}$ und $\mathfrak{F}'$ in Tab. 15 entworfen. Um darin auch die Purpurfarben durch Zahlen zu kennzeichnen, wurden die Wellenlängen der komplementären Farbtöne in Klammern eingeschlossen hinzugefügt. Wenn sich also aus einem berechneten Tripel von Grundempfindungen R, G, B ein Quotient $(B-G):(G-R)$ ergeben hatte, der sich in der durch Fig. 1 dargestellten Abhängigkeit des Verhältnisses $(b-g):(g-r)$ der Spektralfarben von der Wellenlänge nicht vorfindet, so wurde in dieser Figur die demselben Zahlenwerte des Quo-

Fig. 18.



Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse, $D = 7.50$ mm zwischen parallelen Nicols (vgl. Fig. 12a).

tienten aber der entgegengesetzten Größenfolge der Grundempfindungen entsprechende Wellenlänge aufgesucht.

In analoger Weise wird das Verhalten eines Quarzkeiles, an dem die Eintrittsfläche senkrecht zur optischen Achse liegt und der Keilwinkel $\beta = 30°$ beträgt, zwischen parallelen Polarisatoren erläutert durch die aus Tab. 6 und Fig. 7 abgeleiteten Tab. 16, 17 und Fig. 16, denn es besteht auch hier eine Beziehung von der Gestalt (1.):

$$R'_\lambda = r_\lambda \left\{ 1 - \sin^2 \pi d \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} \right\} = r_\lambda - R_\lambda \text{ usw.}$$

Auch die Interferenzerscheinungen basischer Platten im konvergenten Licht zwischen parallelen Nicols ergeben sich unmittelbar aus den Farbenanordnungen, die zwischen gekreuzten Nicols erhalten wurden, da:

$$R'_\lambda = r_\lambda \left\{ 1 - \sin^2 \frac{\Phi(r, \lambda)}{2} \right\} = r_\lambda - R, \text{ usw.}$$

Die Zahlenwerte für die Plattendicken 3.75 und 7.50 mm sind enthalten in den Tab. 18, 19 und 20, 21, zu denen Fig. 17 und 18 gehören.

VIII.

Die Interferenzerscheinung, die von einer zur optischen Achse z parallelen Quarzplatte im konvergenten Lichte erzeugt wird, kann auch in einem Polarisationsapparat, dessen Kondensoren die hohe numerische Apertur 1.30 besitzen (vgl. diese Sitzungsberichte 1916, S. 873), noch nicht merklich beeinflußt werden von dem optischen Drehungsvermögen. Sie ist also nur abhänging von dem Verhältnis der Doppelbrechung $\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$ zur Wellenlänge. Denn es besitzt z. B. das der Fraunhoferschen Linie G entsprechende einfarbige Licht den mittleren Brechungsindex $n = 1.5574$, so daß die Apertur 1.286 zu dem mittleren Brechungswinkel $r = 55°40'$ gehört. Die gebrochene Wellennormale fällt also noch nicht in den um die optische Achse z gelegten Kegel von 25°, in dem die Abweichung von dem Huygensschen Gesetz der Fortpflanzung des Lichtes bemerkbar wird.

Von dem Punkte M, in welchem die Eintrittsfläche einer Platte von der Mittellinie des Polarisationsapparates getroffen wird, gehe ein rechtwinkliges Koordinatensystem aus. Die z-Richtung sei bestimmt durch die optische Achse. Durch die Plattennormale y seien gelegt der Hauptschnitt $H_o = yz$ und die zu ihm senkrechte Ebene $H_e = yx$. Die Plattendicke betrage d mm.

Die Differenz der Brechungsindizes in einer unter dem Winkel ϕ gegen die optische Achse geneigten Wellennormale ist für inaktive Kristalle:

$$(1.) \qquad \nu_2 - \nu_1 = (\varepsilon - \omega) \sin^2 \phi .$$

Bezeichnet man die Spur der Wellennormale in der Austrittsfläche der Platte mit Q, so ist der Gangunterschied in dieser Fortpflanzungsrichtung:

$$\Gamma = MQ \cdot (\nu_2 - \nu_1) = MQ \cdot (\varepsilon - \omega) \sin^2 \phi$$

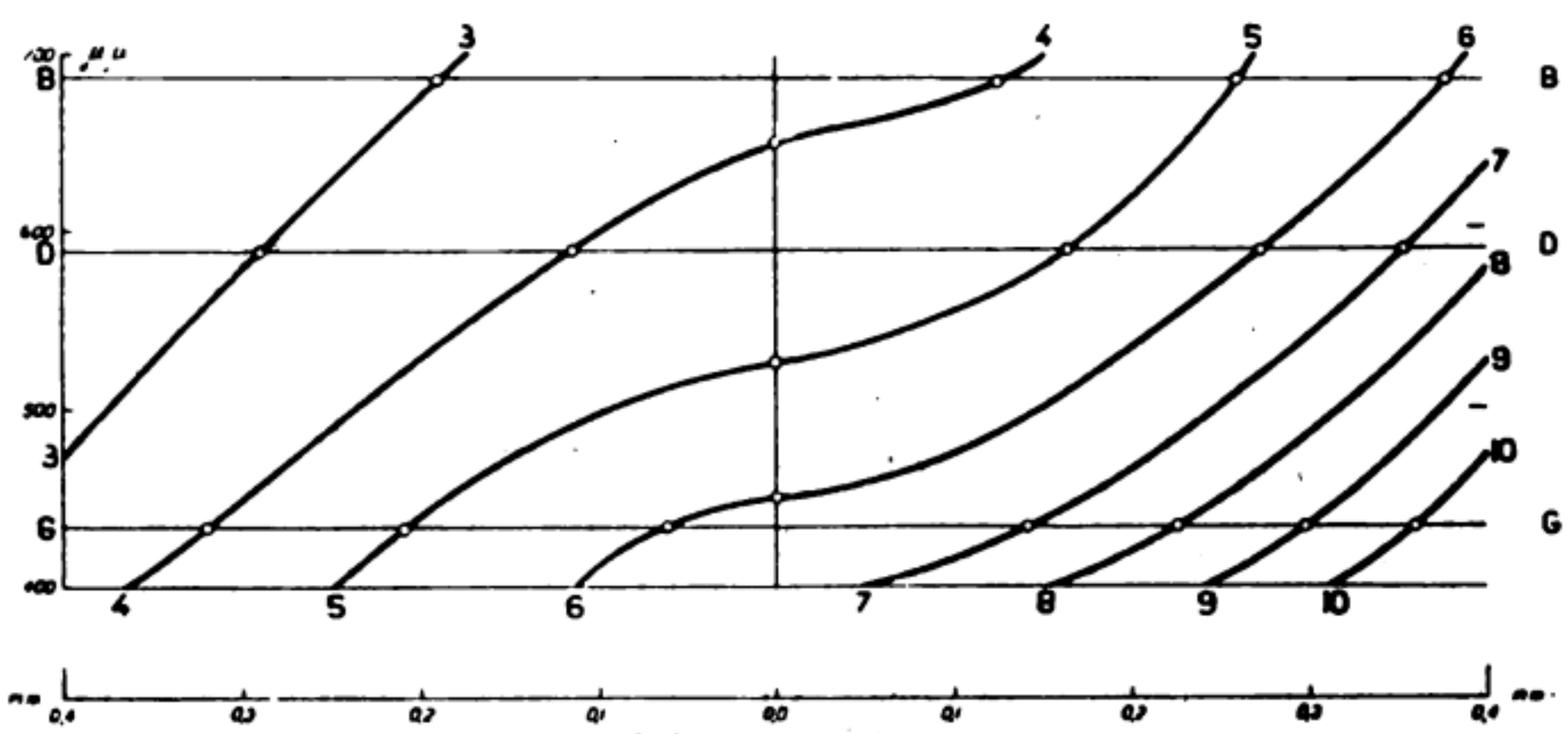
oder mit Rücksicht auf:

$$MQ^2 = x^2 + d^2 + z^2 \text{ und } \sin^2 \phi = \frac{x^2 + d^2}{MQ^2}$$

$$\Gamma = (\varepsilon - \omega) \cdot \frac{x^2 + d^2}{\sqrt{x^2 + d^2 + z^2}}. \tag{2.}$$

Die bei der Beleuchtung mit weißem Lichte durch dünne Platten in Diagonalstellung zwischen gekreuzten Polarisatoren hervorgerufenen Interferenzfarben sind dadurch von Interesse, daß sie gestatten, den Hauptschnitt H_o zu unterscheiden von der zu ihm senkrechten Ebene H_e. Denn von dem Mittelpunkte O aus wird in der Richtung H_o die Ordnung der Farben sinken, in der Richtung H_e dagegen steigen. Demgemäß wird die Zerlegung dieser Farben durch ein Spektroskop, in dessen Spaltrichtung zuerst H_o und darauf H_e fällt, dunkle Kurven gleichen Gangunterschiedes $\Gamma = p \cdot \lambda$ erkennen lassen, die kontinuierlich verlaufen, wenn man sich vorstellt, daß die beiden Spektren in eine Ebene ausgebreitet werden: die Kurven des ersten Spektrums setzen sich direkt fort in dem zweiten Spektrum (Fig. 19).

Fig. 19.



Quarz. Platte parallel zur optischen Achse. $d = 0.28$ mm. Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben im Hauptschnitt (links) und in der dazu senkrechten Ebene (rechts). Kurven gleichen Gangunterschiedes.

In einem Polarisationsapparat mit Kondensoren von hoher numerischer Apertur sieht man im einfarbigen Licht, daß die dunklen Hauptkurven gleichen Gangunterschiedes nur im mittleren Teile des Gesichtsfeldes gleichseitige Hyperbeln darstellen. Nach dem Rande hin erscheinen sie in der Richtung des Hauptschnittes gestreckt. Um dieses Verhalten mit Hilfe der Gleichung vierten Grades (2.) an einem Beispiel zu erläutern, wurden für eine Quarzplatte von der Dicke $d = 0.28$ mm die Kurven $\Gamma = p \cdot \lambda$ konstruiert, die im B-, D- und G-Licht für ganzzahlige Werte von p entstehen. Den Fig. 20a—d liegen

zugrunde die in Tab. 7 auf S. 17 angegebenen Größen $(\varepsilon - \omega):\lambda$, nämlich:

$$B\ 13.1,\quad D\ 15.5,\quad G\ 22.$$

Zur Berechnung der einem gegebenen Wertepaare p, x entsprechenden Koordinate z folgt aus (2.):

$$z = \frac{1}{p}\sqrt{(x^2+d^2)\left\{\left(\frac{\varepsilon-\omega}{\lambda}\right)^2(x^2+d^2)-p^2\right\}}.$$

Für $z = 0$ gilt:

$$x = \sqrt{p^2\left(\frac{\lambda}{\varepsilon-\omega}\right)^2 - d^2}.$$

Fig. 20a.

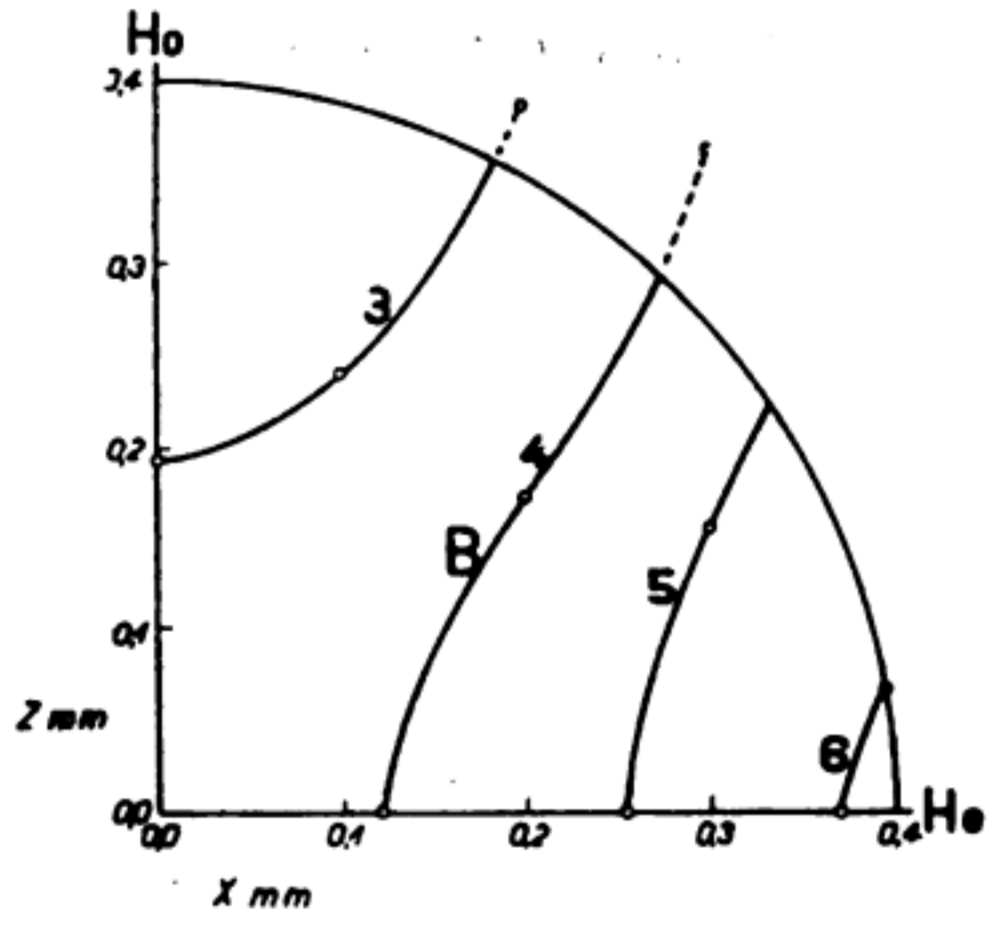


Fig. 20b.

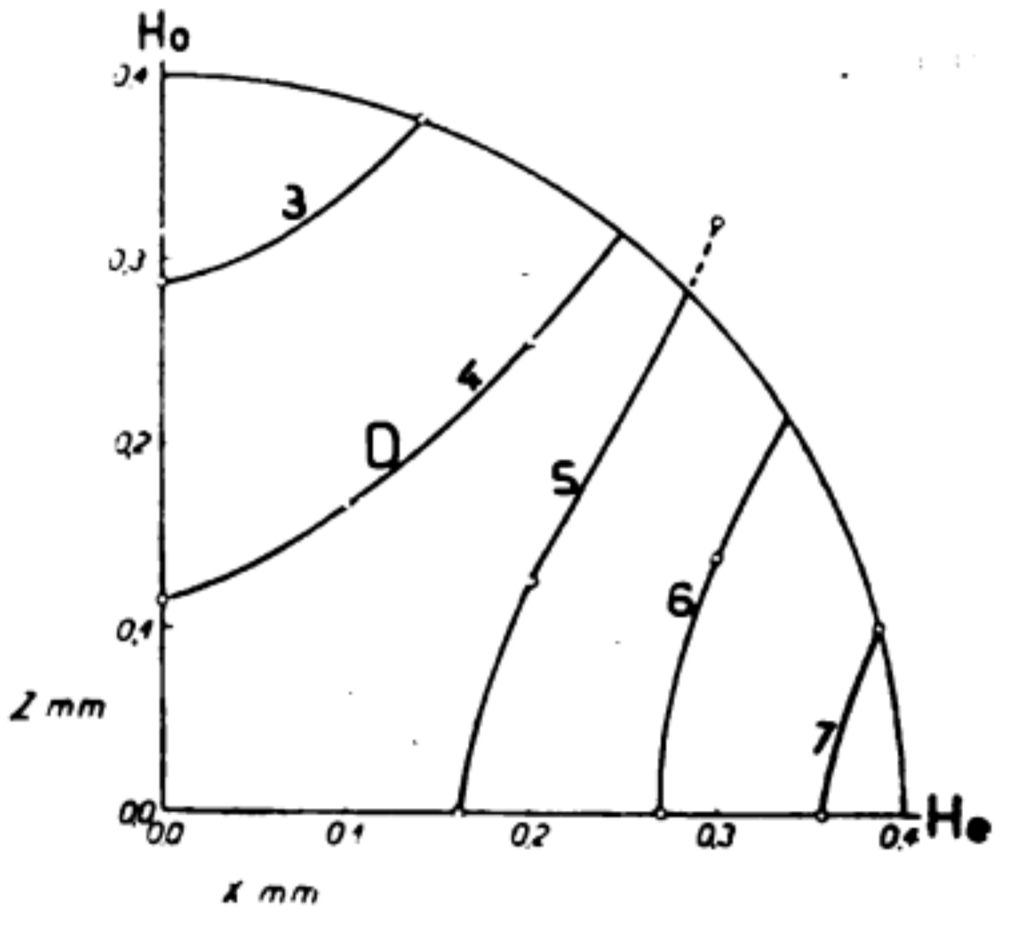
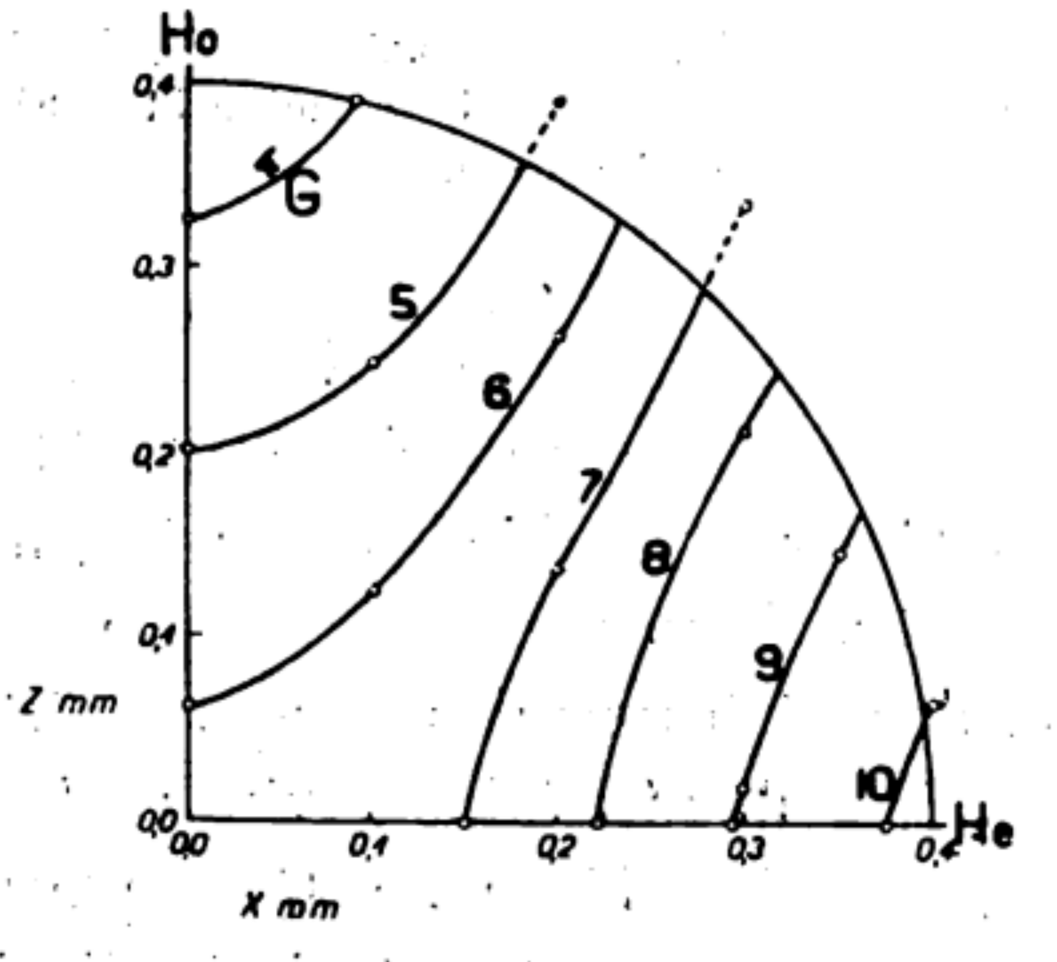
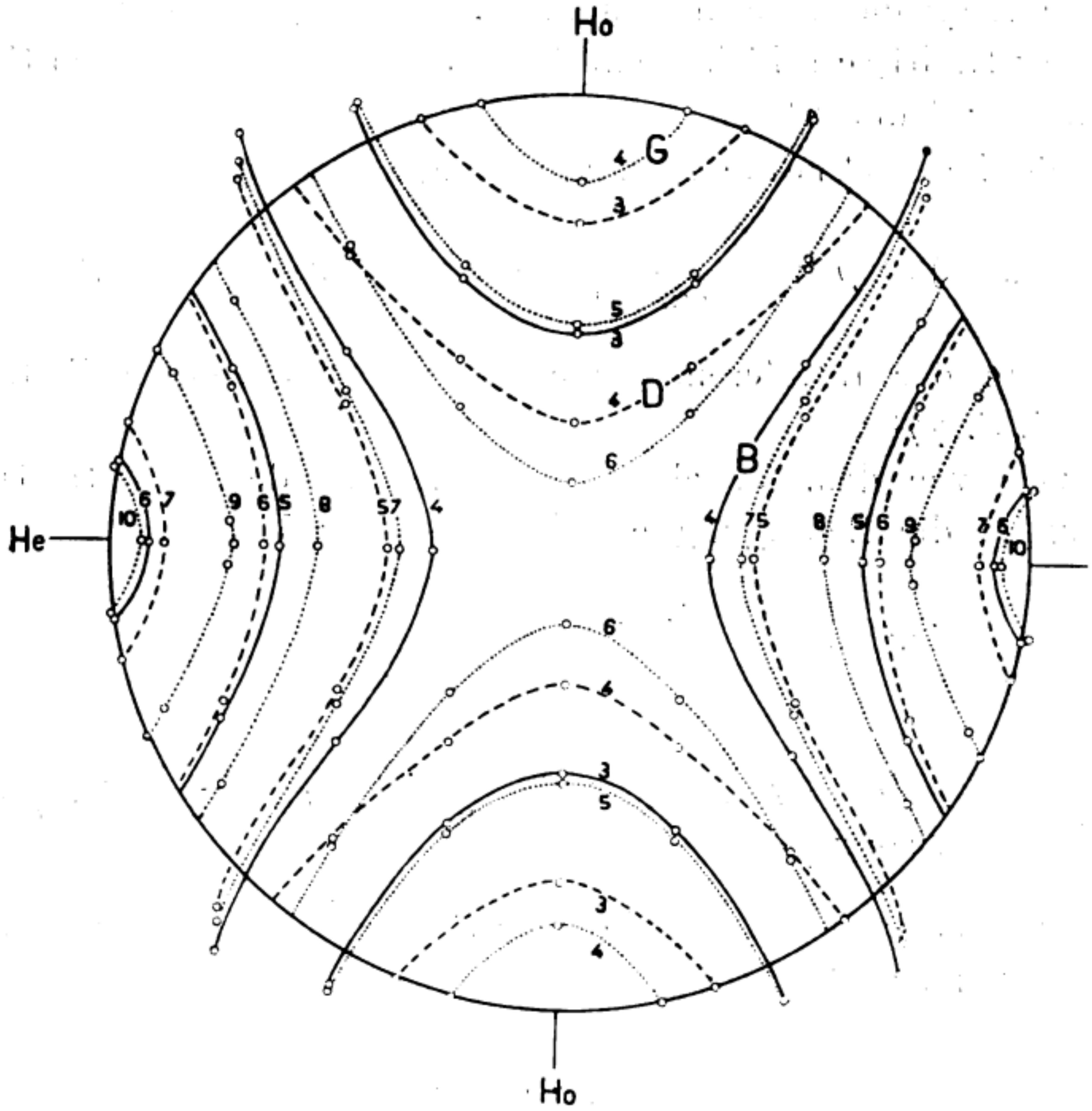


Fig. 20c.



Quarz. Platte parallel zur optischen Achse. $d = 0.28$ mm. Hauptkurven gleichen Gangunterschiedes für rotes Licht B, gelbes Licht D und violettes Licht G.

Fig. 20d.



Quarz. Vereinigung der Fig. 20a, b, c.

IX.

Die vierfachen AIRYschen Spiralen, die durch Kombinationen von zwei übereinanderliegenden gleichdicken, senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Platten aus entgegengesetzt drehenden Quarzkristallen im konvergenten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren erzeugt werden, sind, wenn die Beleuchtung durch weißes Licht erfolgt, durch sehr lebhafte Interferenzfarben ausgezeichnet. Besonders auffallend treten im Mittelfelde an den konkaven Seiten der Spiralen rote, an den konvexen Seiten blaue Farben hervor.

Die Dicke jeder einzelnen Platte betrage D mm, so daß die Polarisationsebene P des aus dem Polarisator senkrecht eintretenden Lichtes von der Wellenlänge λ nach dem Austritt aus der Platte gedreht ist um den Winkel $D \cdot \rho_\lambda$. In einer Einfallsebene, die im Sinne des Drehungsvermögens der ersten Platte den Winkel ζ mit P einschließt, liege in der Austrittsfläche der Doppelplatte die Spur Q einer Wellennormale, die mit der optischen Achse den Winkel r einschließt. Dann

ist Q bestimmt durch die Polarkoordinaten ζ und $OQ = D \cdot \operatorname{tg} r$. Die Länge der Wellennormale in dem Präparat ist gegeben durch $D : \cos r$.

Im einfarbigen Lichte enthält das Interferenzbild zwei Scharen von dunklen Kurven[1]:

1. Die Hauptkreise gleichen Gangunterschiedes:

$$\Gamma(r, \lambda) = p \cdot \lambda = \frac{D}{\cos r} \sqrt{(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda)^2 \sin^4 r + (\omega'_\lambda - \omega''_\lambda)^2}\,,$$

die schon in der Interferenzerscheinung jeder einzelnen Platte auftreten (vgl. S. 778),

2. vier von dem Mittelpunkte O ausgehende Hauptspiralen, deren Punkte die Bedingung erfüllen, daß der Winkel:

$$\zeta(r, \lambda) = \frac{\Phi(r, \lambda)}{4} \pm h \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\Gamma}{\lambda} \pm h \frac{\pi}{2}$$

oder:

$$\zeta(r, \lambda) = \frac{D}{2 \cos r} \sqrt{\pi^2 \left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2 \sin^4 r + \pi^2 \left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2} \pm h \frac{\pi}{2}$$

ist; die zu $h = 0, 1, 2, 3$ gehörigen Spiralen gehen durch eine Drehung um O um 90° ineinander über. Die durch:

$$\zeta = 0, \quad \frac{1}{2}\pi, \quad \pi, \quad \frac{3}{2}\pi$$

bestimmten Schnittpunkte der Spiralen mit den Richtungen der Polarisationsebenen P, A der gekreuzten Polarisatoren liegen gleichzeitig auf den Hauptkreisen. Bezeichnet man mit $\zeta_0(\lambda)$ den halben Drehungswinkel der Polarisationsebene des senkrecht eintretenden Lichtes:

$$\zeta_0(\lambda) = \frac{D \cdot \rho_\lambda}{2}\,,$$

so bilden die im Mittelpunkte $O\,(r = 0)$ an die Spiralen gelegten Tangenten mit P die Winkel:

$$\zeta_0, \quad \zeta_0 + \frac{1}{2}\pi, \quad \zeta_0 + \pi, \quad \zeta_0 + \frac{3}{2}\pi,$$

d. h. sie sind unter Winkel ζ_0 gegen P und A geneigt. Demnach bilden die Spiralen in der nächsten Umgebung des Mittelpunktes ein rechtwinkliges dunkles Kreuz.

Wächst die Dicke D der einzelnen Platten, so nehmen die Winkelhalbmesser der zu einer bestimmten Ordnungszahl p gehörigen Haupt-

[1] Vgl. z. B. F. Pockels, Lehrbuch der Kristalloptik, 1906, 359.

kreise ab. Gleichzeitig nehmen die Winkel ζ nach 2. zu. Infolge hiervon verkürzen sich die Arme des zentralen dunklen Kreuzes.

Durch das Zusammenwirken aller im Sonnenlichte enthaltenen einfarbigen Lichtarten entstehen Spiralen, deren Farbenfolge in dem Mittelfelde der ersten Ordnung der Interferenzfarben angehört, wenn die zugehörigen Winkel ζ kleiner als 90° bleiben, so daß der Fächer der Tangenten in O vollständig in einem Quadranten (PA) enthalten ist. Dieser Bedingung entsprechend muß die Dicke D kleiner bleiben als die Plattendicke $D_\circ$, die der Polarisationsebene des senkrecht eintretenden Lichtes von der Wellenlänge des äußersten Violett im sichtbaren Sonnenspektrum eine Drehung von 180° erteilt. Wie aus Spalte 5 der Tab. 4 auf S. 13 hervorgeht, hat in diesem Falle $D_\circ$ den Wert 3.516 mm.

Um den Verlauf der Hauptspiralen und ihre Abhängigkeit von der Wellenlänge für einen bestimmten Wert der Plattendicke genauer zu verfolgen, sind für $D = 3.75$ mm und die den Fraunhoferschen Linien B, D, H entsprechenden Lichtarten die Hauptkreise und die Hauptspiralen konstruiert worden (Fig. 21 a, b). Die Polarkoordinaten ζ, r einer ausgewählten Reihe von Punkten Q wurden gefunden mit Hilfe der früher bei der Berechnung von $\mathfrak{J}_\lambda$ nach (4) auf S. 778 gewonnenen Werte von $\frac{1}{2}\Phi$. Dort hatten sich z. B. für den Winkelhalbmesser $r = 2°30'$ und die Wellenlängen:

$$\lambda = 0.000680 \text{ mm} \quad \text{und} \quad \lambda = 0.000690 \text{ mm}$$

ergeben die Werte:

$$\frac{1}{2}\Phi = 60° 20' \quad \text{und} \quad \frac{1}{2}\Phi = 58° 45'.$$

Daraus folgt, daß zur Wellenlänge des roten B-Lichtes

$$\lambda(B) = 0.000687 \text{ mm}$$

gehört:

$$\frac{1}{2}\Phi = 59°, \quad \text{also } \zeta = \frac{1}{4}\Phi = 29\tfrac{1}{2}°.$$

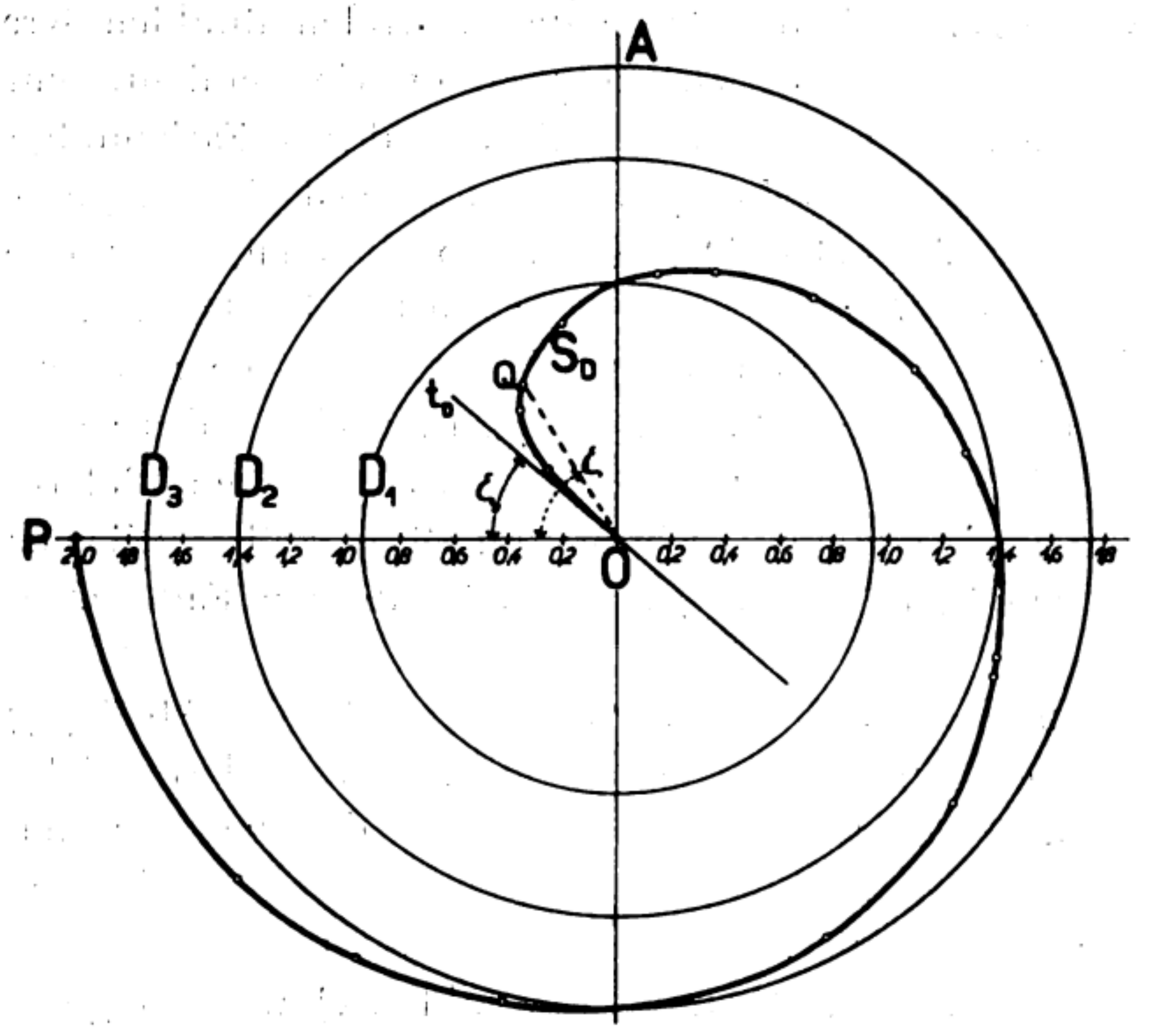
Die Entfernung der Spur Q vom Mittelpunkte O ist gegeben durch $OQ = D \cdot \operatorname{tg} r$. Ferner ist z. B. der Winkelhalbmesser des ersten Hauptkreises B_1 im roten B-Licht zu entnehmen aus den Wertepaaren:

$$\zeta = 82°, \quad OQ = 0.987 \text{ mm} \quad \text{und} \quad \zeta = 92°, \quad OQ = 1.047 \text{ mm};$$

denn es entspricht hiernach dem

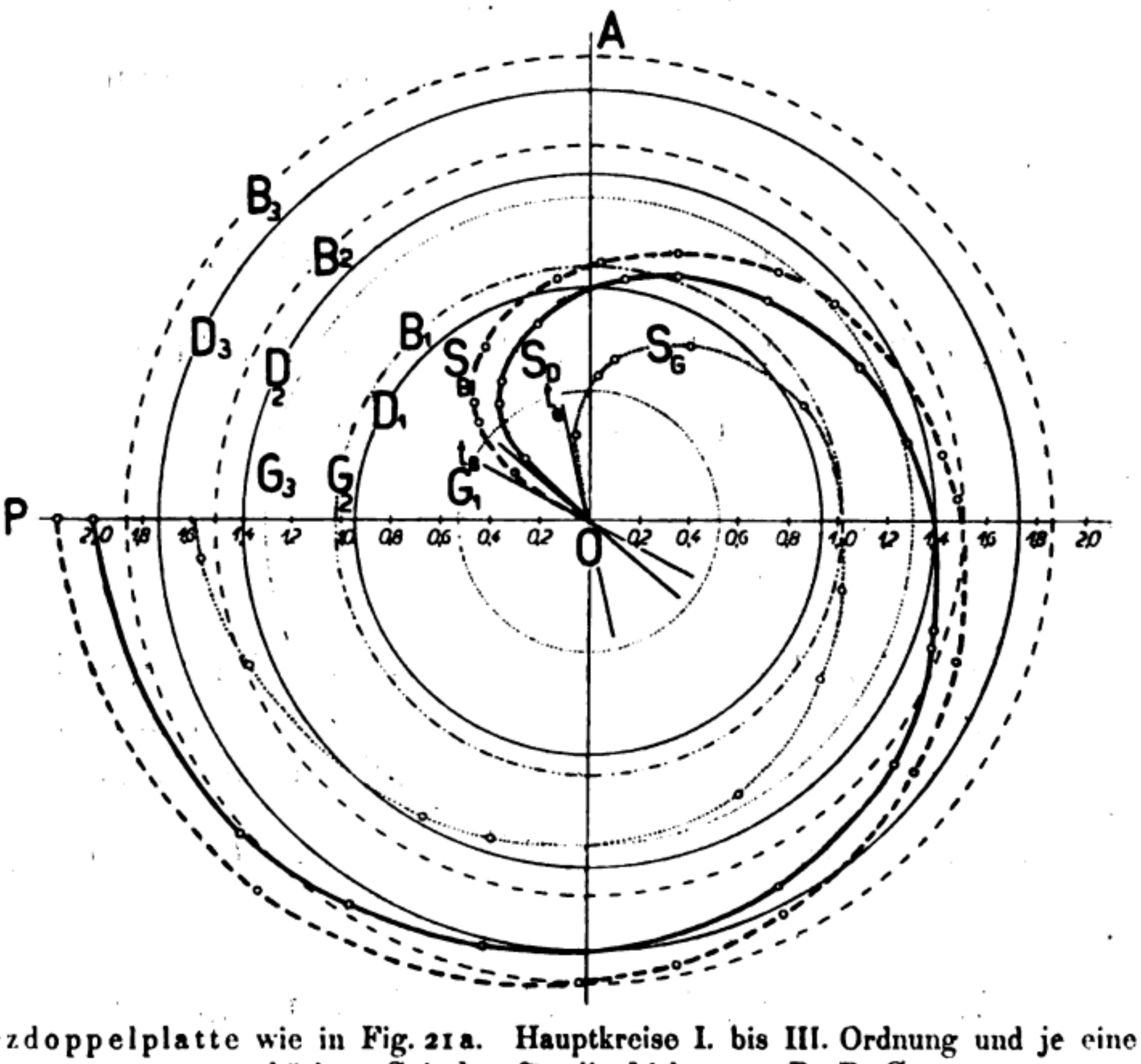
$$\text{Winkel } \zeta = 90° \text{ der Wert } OQ = 1.035 \text{ mm}.$$

Fig. 21a.



Doppelplatte aus Rechtsquarz und Linksquarz, $D = 3.75$ mm, im Natriumlicht. Hauptkreise I. bis III. Ordnung und eine der zugehörigen Airyschen Spiralen.

Fig. 21b.



Quarzdoppelplatte wie in Fig. 21a. Hauptkreise I. bis III. Ordnung und je eine der zugehörigen Spiralen für die Lichtarten *D*, *B*, *G*.

Die in Fig. 21a, b benutzten Winkelhalbmesser von Hauptkreisen sind:

B_1 1.035, B_2 1.50, B_3 1.87 mm
D_1 0.945, D_2 1.39, D_3 1.74 »
G_1 0.54, G_2 1.03, G_3 1.4 ».

Die Tangenten an den Hauptspiralen in O bilden mit der Polarisationsebene P die Winkel:

$$\zeta_0(B) = 29^\circ\!.5\,, \quad \zeta_0(D) = 40^\circ\!.5\,, \quad \zeta_0(G) = 79^\circ\!.6\,.$$

X.

Die Reihe der Interferenzfarben, die im parallelstrahligen Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren an Präparaten aus Kristallen mit schwachem spezifischen Drehungsvermögen ρ_λ auftreten, beginnen mit einem charakteristischen blauen Farbton von geringer Sättigung. Zur näheren Untersuchung der Zusammensetzung dieses Farbengemisches wurde das optisch isotrope Natriumchlorat gewählt. Nach den Messungen von Ch. E. Guye[1] sind in Tab. 22 außer den Werten

Tabelle 22. Natriumchlorat.

	λ in mm	ρ für 1 mm	$\omega'-\omega''=\lambda\frac{\rho}{\pi}$	$D_0=\frac{\lambda}{\omega'-\omega''}$ in mm	v
a	0.000718	2°070	0.0000067	86.956	6.907
B	687	2.273	87	79.190	6.927
C	656	2.503	91	71.913	6.914
D	589	3.128	102	57.544	6.936
E	527	3.944	115	45.638	6.982
F	486	4.670	126	38.544	7.013
G	431	6.005	144	29.975	7.089
h	410	6.675	152	26.966	7.115
H	397	7.174	158	25.090	7.134

von ρ_λ für die den Fraunhoferschen Linien a bis H entsprechenden Lichtarten die Verhältnisse v der Werte von ρ_λ in Quarz und Natriumchlorat zusammengestellt. Hiernach ändert sich v von 6.907 bis 7.134. Die aus ρ_λ berechnete Differenz der Brechungsindizes:

$$\omega'_\lambda - \omega''_\lambda = \lambda \cdot \frac{\rho_\lambda}{\pi}$$

ist außerordentlich klein; sie beträgt 0.0000067 bis 0.0000158. Daher erreicht die zum Drehungswinkel π gehörige Plattendicke:

[1] Ch. E. Guye, Sur la polarisation rotatoire du chlorate de soude. Arch. des sc. de la Bibl. univ. Dissert. Genève 1889.

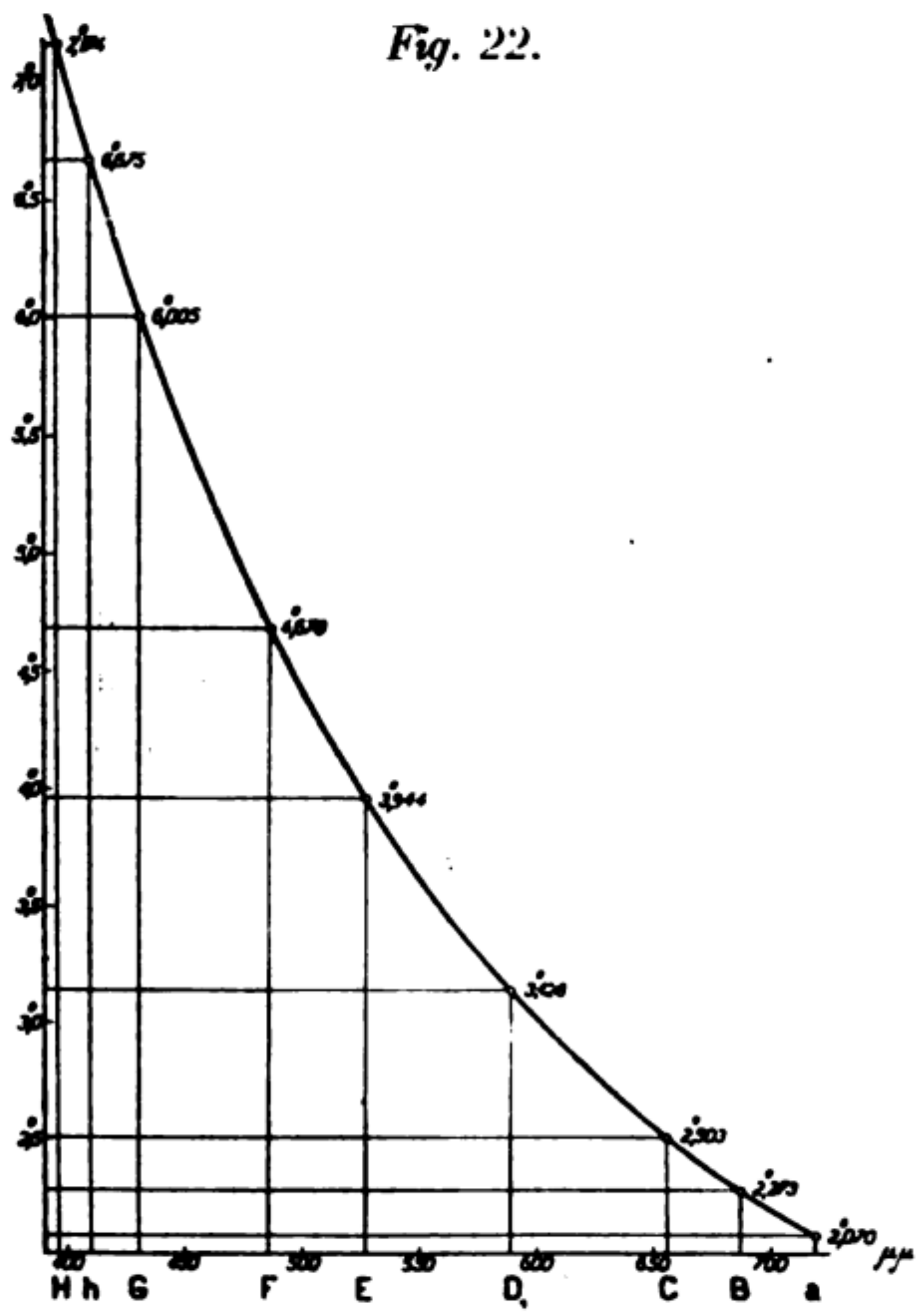


Fig. 22.

Natriumchlorat.
Abhängigkeit des spezifischen Drehungsvermögens von der Wellenlänge.

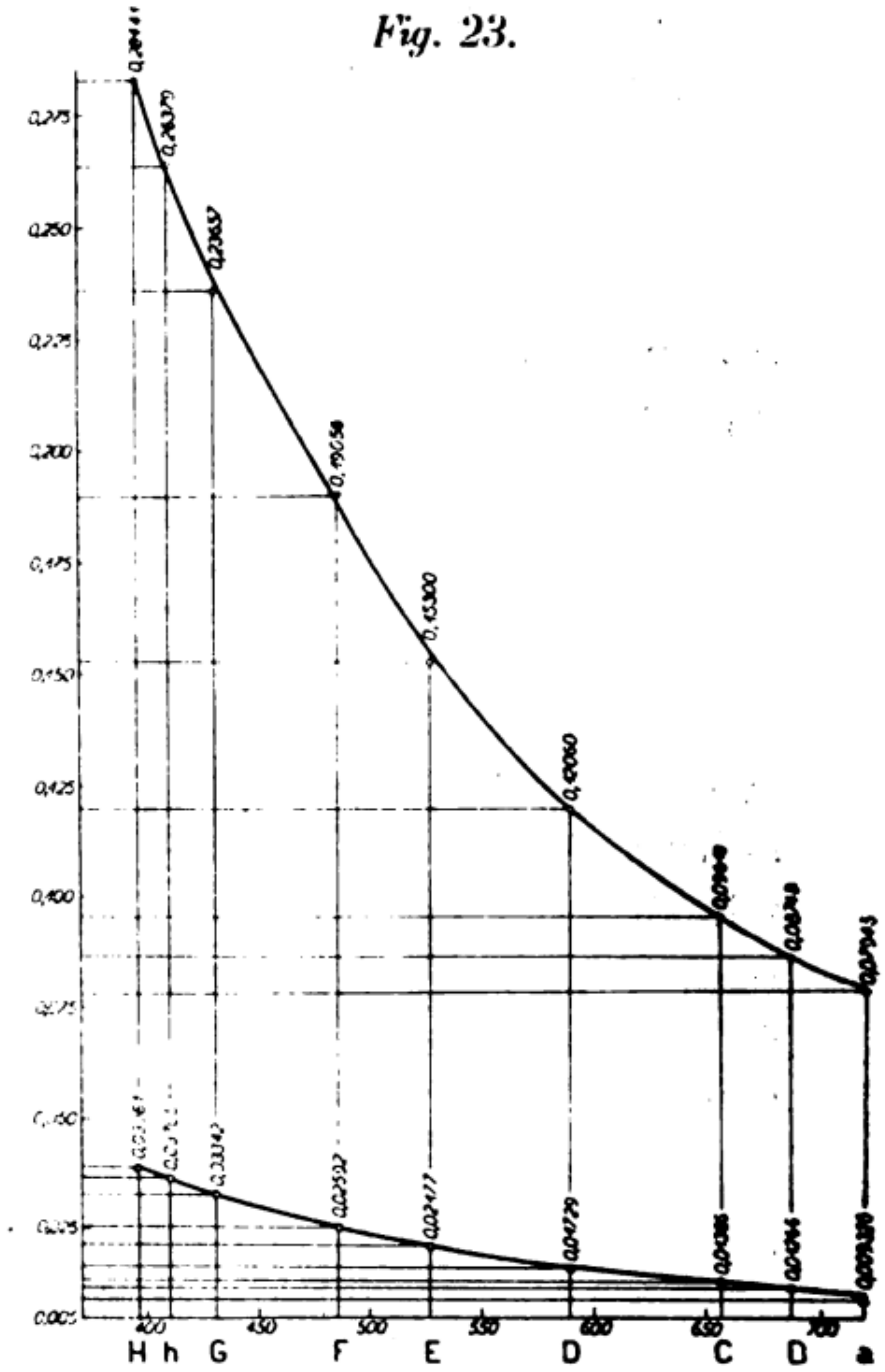


Fig. 23.

Abhängigkeit des Verhältnisses $(\omega' - \omega''):\lambda$ von der Wellenlänge im Quarz (oben) und im Natriumchlorat (unten).

Tabelle 23.

Natriumchlorat. Spezifisches Drehungsvermögen.

λ in mm	ρ für 1 mm	λ in mm	ρ für 1 mm
0.000400	7°010	0.000560	3°470
410	6.655	570	3.340
420	6.340	580	3.223
430	6.045	590	3.118
440	5.750	600	3.015
450	5.490	610	2.913
460	5.245	620	2.815
470	5.015	630	2.720
480	4.796	640	2.633
490	4.600	650	2.550
500	4.415	660	2.470
510	4.235	670	2.390
520	4.068	680	2.315
530	3.905	690	2.240
540	3.750	700	2.175
550	3.608		

$$D_o = \frac{\pi}{\rho_\lambda} = \frac{\lambda}{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}$$

die hohen Werte 86.9 bis 25.1 mm. Aus den Kurven, welche die Abhängigkeit des spezifischen Drehungsvermögens von der Wellenlänge darstellen (Fig. 22), ergaben sich durch Interpolation die Werte für die nach $\Delta\lambda$ um 10 $\mu\mu$ fortschreitenden Wellenlängen in Tab. 23. Ferner wurden zur Kennzeichnung des Natriumchlorats gebildet die Verhältnisse der Differenzen der Brechungsindizes zur Wellenlänge $(\omega'_\lambda - \omega''_\lambda) : \lambda$, die zu den für Quarz geltenden Verhältnissen in derselben Beziehung stehen, die vorher für das spezifische Drehungsvermögen angegeben wurde (Tab. 24, Fig. 23).

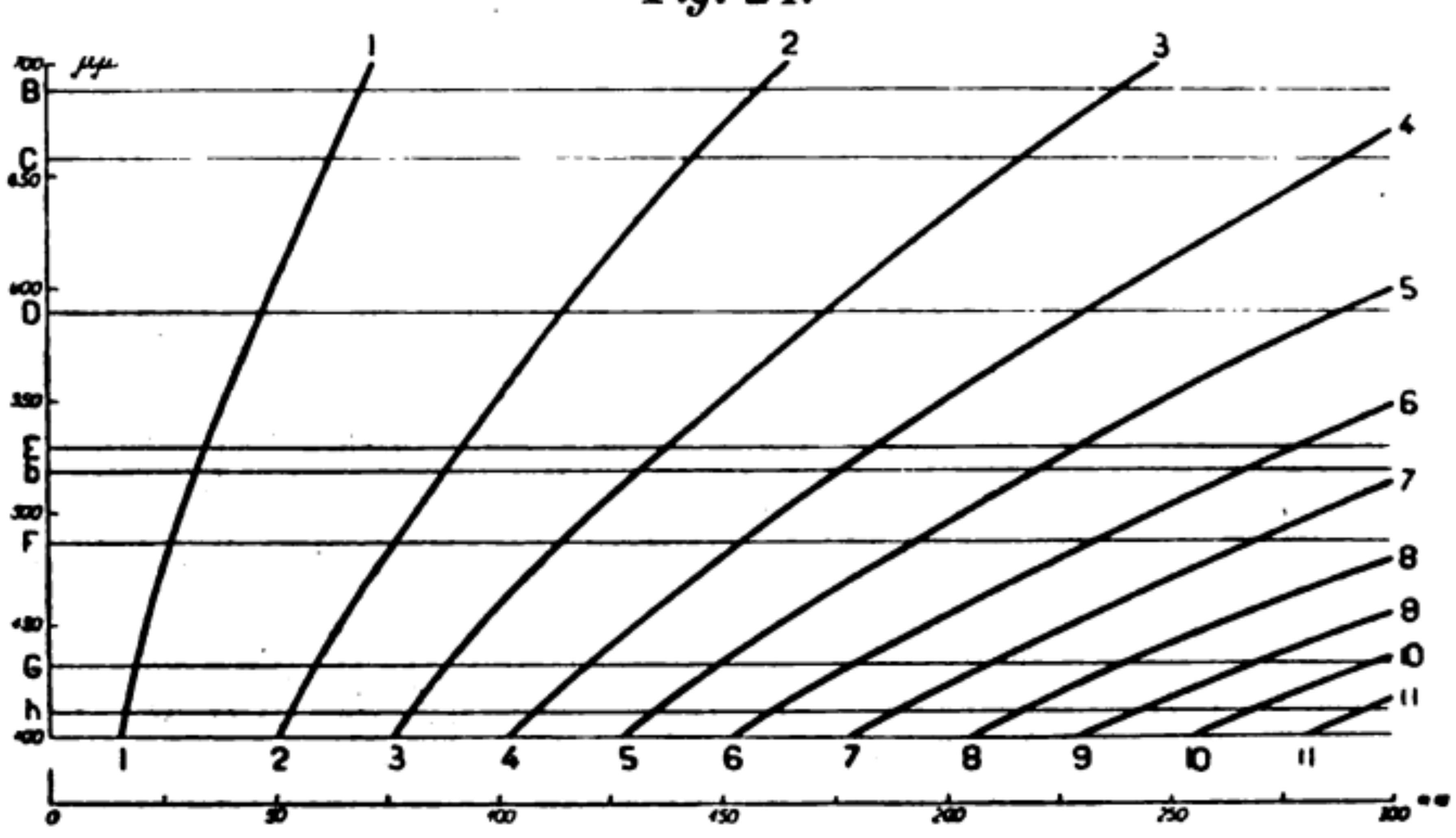
Tabelle 24.

Das Verhältnis $(\omega' - \omega'') : \lambda$ im Quarz und im Natriumchlorat.

	λ in mm	Quarz		Natriumchlorat	
		$\omega' - \omega''$	$\frac{\omega' - \omega''}{\lambda}$	$\omega' - \omega''$	$\frac{\omega' - \omega''}{\lambda}$
a	0.000718	0.000057	0.07945	0.0000067	0.009325
B	687	60	08748	87	1266
C	656	63	09618	91	1386
D	589	71	12060	102	1729
E	527	80	15300	115	2177
F	486	88	19056	126	2592
G	431	102	23657	144	3342
h	410	108	26379	152	3705
H	397	113	28441	158	3981

Ein Keil mit dem Winkel $\beta = 30°$ liefert durch spektrale Zerlegung seiner Interferenzfarben die in Fig. 24 dargestellten, den Dicken $d = p \cdot D_o$ $(p = 1, 2, \ldots)$ entsprechenden dunklen Kurven.

Fig. 24.



Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben eines Keiles von Natriumchlorat. Keilwinkel $\beta = 30°$. Abhängigkeit der Dicken $d = p \cdot \lambda : (\omega' - \omega'')$ von der Wellenlänge (vgl. S. 14, Fig. 6).

Zur Berechnung der Abhängigkeit, in der die in den Interferenzfarben enthaltenen Gesamtmengen des Grundrots R, Grundgrüns G und Grundblaus B von der Dicke d stehen, wurden in dem Gebiete der Interferenzfarben erster Ordnung für d gewählt

$$5.10, \ldots 50 \text{ mm}.$$

Es gilt hier wie auf S. 14:

$$R = \sum_{400}^{700} R_\lambda \cdot \Delta\lambda, \quad R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2(d \cdot \rho_\lambda) \text{ usw.}$$

Darauf wurden die Quotienten $(B-G):(G-R)$ gebildet, aus denen sich nach Tab. 1, S. 5, der zur Dicke d gehörige Farbton 𝔉 ergibt. Die Helligkeit 𝔋 und die Sättigung 𝔖 von 𝔉 sind aus den auf S. 11 angeführten Beziehungen zu entnehmen. Die Ergebnisse liegen in Tab. 25 und Fig. 25 vor.

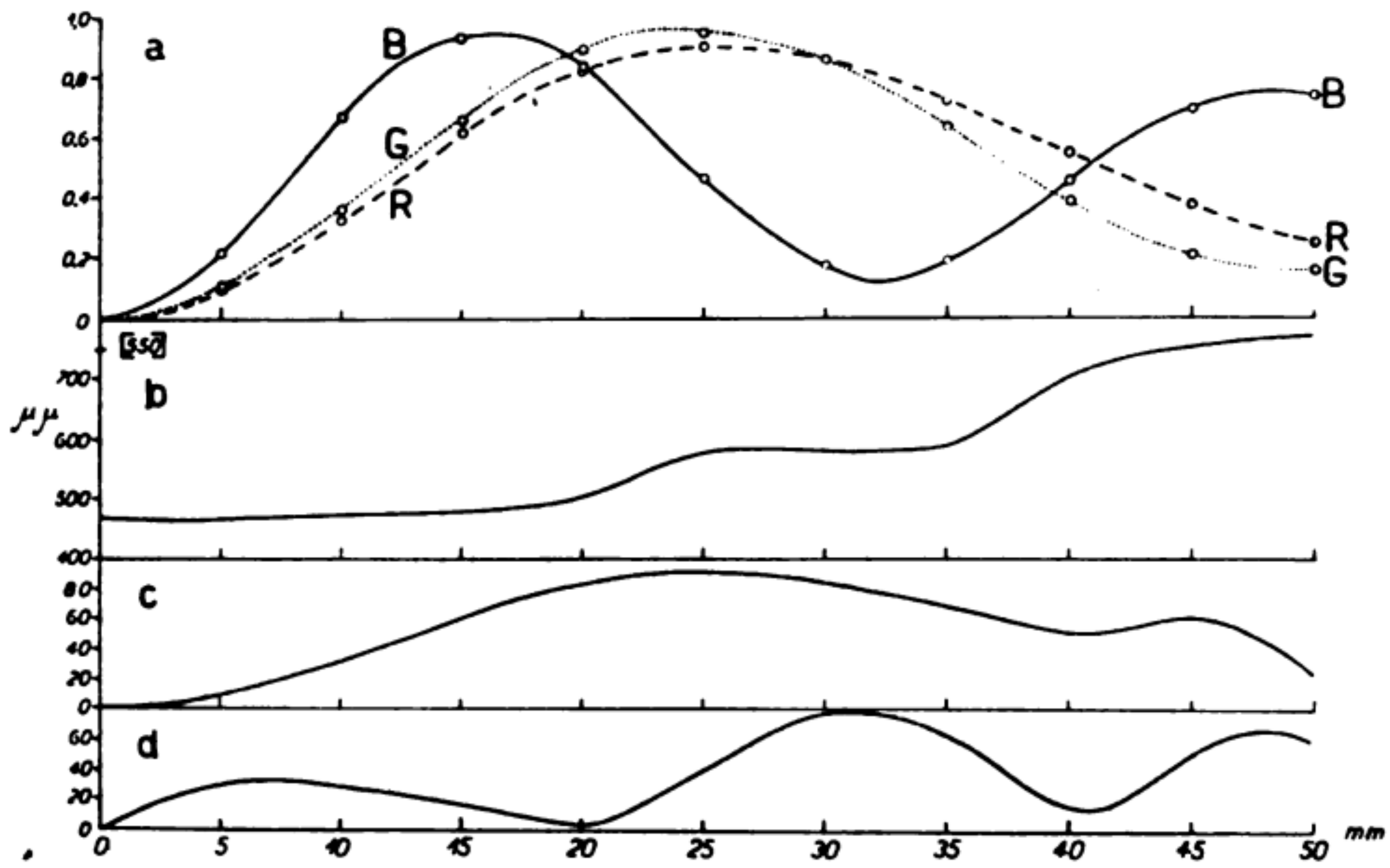
Tabelle 25.

Interferenzfarben erster Ordnung in einem Keil von Natriumchlorat im parallelstrahligen Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren. Keilwinkel $\beta = 30°$.

z in mm	d in mm	1000 R	1000 G	1000 B	$\frac{B-G}{G-R}$	𝔉 λ in μμ	𝔋 in Proz.	𝔖 in Proz.	𝔉
8.66	5	95	98	214	+ 38.7	470	9	30	Dunkelblau
17.32	10	325	351	662	+ 12.0	477	32	27	Blau
25.98	15	612	653	928	+ 6.6	481	60	17	Lichtblau
34.64	20	819	880	835	− 0.72	501	83	3	Bläulichweiß
40.30	25	895	945	461	− 9.7	574	89	40	Hellgelb
51.96	30	850	851	169	−682.0	578	84	78	Intensives Hellgelb
60.62	35	716	630	186	+ 5.3	586	69	64	Hellgelb
69.28	40	542	386	445	− 0.37	[498]	51	16	Rotpurpur
77.94	45	372	205	688	− 3.0	[548]	61	51	Purpur
86.66	50	247	158	727	− 6.3	[569]	23	58	Dunkles Violettpurpur

Die Grundempfindungskurven (a) in Fig. 25 veranschaulichen unmittelbar die Zusammensetzung der charakteristischen blauen Interferenzfarben erster Ordnung, wenn man nach S. 11 eine Zerlegung der Ordinaten R, G, B in der Weise ausgeführt denkt, daß von der Summe $R+G+B$ der dreifache Betrag der kleinsten Grundempfindung abgezogen wird, d. h. wenn man das an einer Stelle d des Keiles auftretende Farbengemisch zerlegt denkt in Weiß und einen farbigen Bestandteil, in welchem nach Fig. 25 der Anteil des Grundblaus B überwiegen wird. Auf den in der Kurve (b) dargestellten blauen Farbton, dessen Sättigungsgrad (d) mit zunehmender Helligkeit (c) wächst

Fig. 25.



Keil von **Natriumchlorat** zwischen gekreuzten Nicols. Keilwinkel $\beta = 30°$. (*a*) Grundempfindungskurven, (*b*) Farbton, (*c*) Helligkeit, (*d*) Sättigung für die Interferenzfarben I. Ordnung.

und dann abnimmt, folgen Gelb mit einem zunächst stark ansteigenden, darauf aber wieder fallenden Sättigungsgrad, ein Rotpurpur von mäßiger Sättigung und schließlich stärker gesättigtes Purpur und Violettpurpur.

Wie nach der Beziehung zwischen den Dispersionen der Gangunterschiede $(\omega' - \omega'') : \lambda$ zu erwarten war (Fig. 23), stimmt das Verhalten des Keiles von Natriumchlorat qualitativ im wesentlichen überein mit den Eigenschaften eines Quarzkeiles, der eine zur optischen Achse senkrechte Eintrittsfläche besitzt (vgl. Fig. 25 mit Fig. 7 auf S. 15).

Ausgegeben am 10. Januar 1918.

1917.
LIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. Dezember. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Eduard Meyer sprach über das Geschichtswerk des Lukas.

Evangelium und Apostelgeschichte des Lukas sind ein einheitliches Werk in zwei Büchern. Das Proömium des Evangeliums bezieht sich auf das Gesamtwerk, dessen innerliche Verkettung durch die große Interpolation Act. 1, 3—12 zerstört ist: die Begründung der Kirche, des Leibes Christi nach Paulus, durch die Mission gehört nach Lukas ganz wesentlich mit zu den »unter uns erfüllten« Vorgängen. So ist er zum Historiker geworden und verfährt in der Behandlung des Materials ganz methodisch und mit sorgfältigster Überlegung. Den Abschluß bildet der Ausgang des Paulus bei der Neronischen Verfolgung, der als allbekannt vorausgesetzt, aber nicht erzählt wird, weil die persönlichen Schicksale an sich gleichgültig sind und Lukas vielmehr hier wie sonst zeigen will, wie die Verfolgungen durch die göttliche Einwirkung so gelenkt sind, daß sie der weiteren Ausbreitung der Heilslehre dienen. Die Darstellung der letzten Schicksale des Paulus, von cap. 20 an, ist durchaus tragisch aufgebaut. Welche Begebenheiten er selbst miterlebt hat, deutet er dadurch an, daß er, wie vielfach auch andere alte Historiker, in der ersten Person Pluralis erzählt. Lukas hat sich Paulus auf seiner zweiten Reise in Alexandria Troas angeschlossen, ist dann in Philippi geblieben und hat von hier aus den Paulus auf seiner letzten Reise begleitet. Die Nachrichten über Petrus und Barnabas im ersten Teil der Acta verdankt Lukas dem Markus, mit dem er während Paulus' Gefangenschaft in Rom zusammengetroffen ist (Kolosserbrief 4, 10. 14); das beweist zugleich, daß Petrus, dessen Dolmetscher Markus war, damals in Rom gewesen ist. Die Einwirkung des gemeinsamen Martyriums des Paulus und Petrus erklärt die Färbung dieser Erzählungen. Die richtige Zusammenfügung seines Materials ist Lukas nur teilweise gelungen; vor allem knüpft er Paulus' und Barnabas' Reise nach Jerusalem 11, 27 ff. fälschlich an die von Agabos prophezeite Hungersnot unter Claudius im Jahre 49 an und setzt sie zugleich in die Zeit der Verfolgung unter Agrippa Anfang 44. In Wirklichkeit ist diese Reise mit der zum Apostelkonzil identisch und fällt, wie Ed. Schwartz erkannt hat, spätestens ins Jahr 43. Von da aus ist die Chronologie des Paulus und des Evangeliums zu rekonstruieren.

Ausgegeben am 10. Januar 1918.

VERZEICHNIS DER VOM 1. DEZEMBER 1916 BIS 30. NOVEMBER 1917 EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

Deutsches Reich.

Berlin
(einschl. Vororte und Potsdam).

Kaiserlich Deutsches Archäologisches Institut.
Bericht der Römisch-Germanischen Kommission. 8. 1913–15. Frankfurt am Main 1917.
Römisch-Germanische Kommission. Korrespondenzblatt. Jahr 1, Heft 1–5. Frankfurt am Main 1917.
Materialien zur römisch-germanischen Keramik. Hrsg. von der Römisch-Germanischen Kommission. 2. Frankfurt a. M. 1916.
Antike Denkmaeler. Bd 3, Heft 4. 1916–17.

Kaiserliche Normal-Eichungskommission.
Wissenschaftliche Abhandlungen. Heft 9. 1917.

Reichsamt des Innern.
Berichte über Landwirtschaft. Heft 40. 1916.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Mitteilungen. 3 Sonderabdr.

Zentraldirektion der Monumenta Germaniae historica.
Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd 40, Heft 3. Hannover und Leipzig 1916.

Geologische Zentralstelle für die Deutschen Schutzgebiete.
Beiträge zur geologischen Erforschung der deutschen Schutzgebiete. Heft 10–12. 1915.

Königliches Geodätisches Institut, Potsdam.
Veröffentlichungen. Neue Folge. N. 70–73. 1916–17.

Zentralbureau der Internationalen Erdmessung. Neue Folge der Veröffentlichungen. N. 31. 1917.

Königliches Meteorologisches Institut.
Veröffentlichungen. N. 289. 291. 292. 1916–17.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin.
Beiträge zur allgemeinen Botanik. Bd 1, Heft 3. 1917.

Königliches Statistisches Landesamt.
Zeitschrift. Jahrg. 56, Abt. 2. 3. 1916.

Königliche Geologische Landesanstalt.
Abhandlungen. Neue Folge. Heft 64. 79. 82 nebst Atlas. 1915–16.

Königliches Ministerium für Handel und Gewerbe.
Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate. Bd 64, Heft 4 und Statistische Lief. 1 [einzige]. Bd 65, Heft 1–3. 1916. 17.

Königliches Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.
Statistische Nachweisungen aus dem Gebiete der landwirtschaftlichen Verwaltung von Preußen. Jahrg. 1915.

Zoologisches Museum.
Mitteilungen. Bd 8, Heft 3. 1917.

Astrophysikalisches Observatorium, Potsdam.
Publikationen. Bd 23, Stück 3. 4. 1916. 17.

Königliches Astronomisches Rechen-Institut, Dahlem.
Berliner Astronomisches Jahrbuch. Jahrg. 144. 1919.
Kleine Planeten. Jahrg. 1917.

Seminar für Orientalische Sprachen an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität.
Mitteilungen. Jahrg. 19. 1916.

Königliche Sternwarte, Babelsberg.
Veröffentlichungen. Bd 2, Heft 2. 1917.

Bund Deutscher Gelehrter und Künstler.
Krieger-Ehrungen. Jahrg. 1917, N. 1. 2.

Deutsche Chemische Gesellschaft.
Berichte. Jahrg. 49, N. 17. 18. Jahrg. 50, N. 1–16. 1916. 17.
Mitglieder-Verzeichnis. Nachtrag 1917.

Deutsche Entomologische Gesellschaft.
Deutsche Entomologische Zeitschrift. Jahrg. 1914, Heft 2–6 und Beiheft. Jahrg. 1915. 1916. Jahrg. 1917, Heft 1. 2.

Deutsche Geologische Gesellschaft.
Zeitschrift. Bd 68: Abhandlungen, Heft 3. 4. Monatsberichte, N. 4–12. Bd 69: Abhandlungen, Heft 1. Monatsberichte, N. 1–4. 1916. 17.

Deutsche Physikalische Gesellschaft.
Die Fortschritte der Physik. Jahrg. 71, 1915, Abt. 3. Jahrg. 72. 1916, Abt. 1. Braunschweig 1916. 17.

Gesellschaft Naturforschender Freunde.
Sitzungsberichte. Jahrg. 1916.

Deutsche Orient-Gesellschaft.
Wissenschaftliche Veröffentlichungen. 28, Heft 1–3. 31. Leipzig 1915–17.

Deutscher Seefischerei-Verein.
Mitteilungen. Bd 32, N. 11. 12. Bd 33. N. 1–10. 1916. 17.

Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.
Verhandlungen. Jahrg. 58. 1916.

Heer und Heimat. Korrespondenz für die deutschen Armeezeitungen. Hrsg. im Auftrage des Deutschen Studentendienstes. N. 1–20. 1917.

Die Hochschule. Blätter für akademisches Leben und studentische Arbeit. Jahrg. 1, N. 1–8. 1917.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Bd 44, Heft 1. 2. 1913.

Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd 50, Heft 2–5 nebst Ergbd 2. Bd 51, Heft 1. 2. 1916–17.

Luftfahrt und Wissenschaft. In freier Folge hrsg. von Joseph Sticker. Heft 5–7. 1913.

Internationale Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik. Jahrg. 11, Heft 3–12. Jahrg. 12, Heft 1. 1916–17.

Bonn.

Verein von Altertumsfreunden im Rheinlande.
Bonner Jahrbücher. Heft 123. 1916.

Bremen.

Meteorologisches Observatorium.
Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. Freie Hansestadt Bremen. Jahrg. 27. 1916.

Breslau.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
Jahres-Bericht. 93, Bd 1. 2. 1915.

Danzig.

Naturforschende Gesellschaft.
Schriften. Neue Folge. Bd 14, Heft 3. 1917.

Verein für die Herstellung und Ausschmückung der Marienburg.
Geschäftsbericht des Vorstandes. 1911–16.
Nachrichten der Königlichen Schloßbauverwaltung zu Marienburg Westpr. über ihre Tätigkeit in den Baujahren 1912 bis 1916.

Westpreußischer Botanisch-Zoologischer Verein.
Bericht. 37–39. 1915–17.

Dresden.

Königlich Sächsische Landes-Wetterwarte.
Dekaden-Monatsberichte. Jahrg. 18. 1915.
Das Klima des Königreiches Sachsen. Heft 8. 1915.

Erfurt.

Königliche Akademie Gemeinnütziger Wissenschaften.
Jahrbücher. Neue Folge. Heft 42. 43. 1916. 17.

Frankfurt a. M.

Physikalischer Verein.

Jahresbericht. 1916-17.

Freiburg i. Br.

Gesellschaft für Beförderung der Geschichts-, Altertums- und Volkskunde von Freiburg, dem Breisgau und den angrenzenden Landschaften.

Zeitschrift. Bd 32. 1917.

Görlitz.

Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd 92. 1916.

Göttingen.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Abhandlungen. Neue Folge. Philologisch-historische Klasse. Bd 15, N. 1. Bd 16, N. 2-5. Berlin 1916-17.

Nachrichten. Geschäftliche Mitteilungen. 1916. 1917, Heft 1. — Mathematisch-physikalische Klasse. 1916. 1917, Heft 1. — Philologisch-historische Klasse. 1916, Heft 5 und Beiheft. 1917, Heft 1. 2. Berlin 1916-17.

Gauss, Carl Friedrich. Werke. Bd 10, Abt. 1. 1917.

Halle a. S.

Kaiserliche Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher.

Nova Acta. Tom. 102. 1917.

Leopoldina. Heft 52, N. 11. 12. Heft 53, N. 1-10. 1916. 17.

Deutsche Morgenländische Gesellschaft.

Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes. Bd 13, N. 4. Leipzig 1917.

Zeitschrift. Bd 70, Heft 3. 4. Bd 71, Heft 1. 2. Leipzig 1916. 17.

Hamburg.

Hamburgische Wissenschaftliche Anstalten.

Jahrbuch. Jahrg. 33. 1915 nebst Beiheft 1-5.

Mathematische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd 5, Heft 6. Leipzig 1917.

Zoologisches Museum.

Mitteilungen. Jahrg. 33. 1915.

Deutsche Seewarte.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. Beobachtungs-System der Deutschen Seewarte. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an 10 Stationen II. Ordnung usw. Jahrg. 37. 1914.

Wetterbericht. Jahrg. 40, N. 91-365. Jahrg. 41. Jahrg. 42. N. 1-181. 1915-17.

Heidelberg.

Heidelberger Akademie der Wissenschaften.

Sitzungsberichte. Jahresheft. 1916. — Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 1916, Abt. A, Abh. 4-13; Abt. B, Abh. 5. 6. Jahrg. 1917, Abt. B, Abh. 1-3. — Philosophisch-historische Klasse. Jahrg. 1916. Jahrg. 1917, Abh. 1.

Historisch-Philosophischer Verein.

Neue Heidelberger Jahrbücher. Bd 20. Heft 1. 1917.

Karlsruhe.

Technische Hochschule.

8 Schriften aus den Jahren 1916 und 1917.

Kiel.

Universität.

80 akademische Schriften aus den Jahren 1913-1916.

Astronomische Nachrichten. Bd 203. 204. 1917.

Königsberg i. Pr.

Universität.

37 akademische Schriften aus den Jahren 1913-1916.

Kolmar i. E.

Naturhistorische Gesellschaft.

Mitteilungen. Neue Folge. Bd 14. 1916-17.

Leipzig.

Deutsche Bücherei.

Bericht über die Verwaltung der Deutschen Bücherei. 4. 1916.

Die Einweihung der Deutschen Bücherei des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler zu Leipzig am 2. September 1916. 1916.

Fürstlich Jablonowskische Gesellschaft.
Jahresbericht. 1917.

Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.
Abhandlungen. Mathematisch-physische Klasse. Bd 9. Bd 10, N. 1–7. 9. Bd 11, N. 1–5. Bd 12, N. 4. 1871–80. Bd 33, N. 3. Bd 34, N. 2. Bd 35, N. 1–3. 1916–17. — Philologisch-historische Klasse. Bd 5. 6. Bd 7, N. 1–4. 1870–75. Bd 33, N. 2. 3. 5. Bd 34, N. 1. 2. 1916–17.
Berichte über die Verhandlungen. Mathematisch-physische Klasse. Bd 32, Heft 1. 1880. Bd 68, Heft 2–4. 1916. — Philologisch-historische Klasse. Bd 68, Heft 4–6. 1916.

Annalen der Physik. Beiblätter. Bd 40, Heft 16–24. Bd 41, Heft 1–13. 1916. 17.

Lindenberg, Kr. Beeskow.

Königliches Aeronautisches Observatorium.
Arbeiten. Bd 11. 1915. Braunschweig 1916.

Lübeck.

Verein für Lübeckische Geschichte und Altertumskunde.
Mitteilungen. Heft 13. N. 1–4. 1917.
Zeitschrift. Bd 19, Heft 1. 1917.

München.

Königlich Bayerische Akademie der Wissenschaften.
Abhandlungen. Mathematisch-physikalische Klasse. Bd 11, Abth. 3. 1874. Bd 15, Abth. 1. 1884. Bd 27, Abh. 5. 6. Bd 28, Abh. 4–7. 1916. — Philosophisch-philologische Klasse. Bd 13, Abth. 2. 1874.
Almanach. 1871.
Jahrbuch. 1916.
Monumenta Boica. Bd 60. 1916.
Sitzungsberichte. Mathematisch-physikalische Klasse. Jahrg. 1916, Heft 1. — Philosophisch-philologische und historische Klasse. Jahrg. 1916, Abh. 2–5.

Brentano, Lujo. Die Anfänge des modernen Kapitalismus. Festrede. 1913.
Baeumker, Clemens. Der Platonismus im Mittelalter. Festrede. 1916.

Regensburg.

Historischer Verein von Oberpfalz und Regensburg.
Verhandlungen. Bd 66. 1916.

Straßburg i. E.

Wissenschaftliche Gesellschaft.
Schriften. Heft 27. 30. 1917.

Universität.
43 akademische Schriften aus den Jahren 1914–1917.

Stuttgart.

Württembergische Kommission für Landesgeschichte.
Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. Neue Folge. Jahrg. 26, Heft 1. 2. 1917.

Verein für Vaterländische Naturkunde in Württemberg.
Jahreshefte. Jahrg. 72. 1916.

Thorn.

Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst.
Mitteilungen. Heft 24. 1916.

Trier.

Trierisches Archiv. Heft 26. 27. Ergheft 16. 1916–17.

Wiesbaden.

Nassauischer Verein für Naturkunde.
Jahrbücher. Jahrg. 69. 1916.

Würzburg.

Physikalisch-Medicinische Gesellschaft.
Sitzungs-Berichte. Jahrg. 1915, N. 6. 7. Jahrg. 1916.
Verhandlungen. Neue Folge. Bd 44, N. 3–6. 1916.

Unternehmungen der Akademie und ihrer Stiftungen.

Das Tierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. Begründet von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Im Auftrage der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin hrsg. von Franz Eilhard Schulze. Lief. 44. Berlin 1916. 2 Ex.

BURDACH, KONRAD. Vom Mittelalter zur Reformation. Forschungen zur Geschichte der deutschen Bildung. Im Auftrage der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften hrsg. Bd 3, Tl. 1. Berlin 1917.

Corpus inscriptionum Latinarum consilio et auctoritate Academiae Litterarum Regiae Borussicae editum. Vols 8 Suppl., Pars 4. Inscriptionum Africae proconsularis Latinarum supplementum alterum. Berolini 1916.

Ibn Saad. Biographien Muhammeds, seiner Gefährten und der späteren Träger des Islams bis zum Jahre 230 der Flucht. Im Auftrage der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften hrsg. von Eduard Sachau. Bd 1, Th. 2. Leiden 1917.

Kants Gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd 7 (Neudruck). Berlin 1917.

Thesaurus linguae Latinae editus auctoritate et consilio Academiarum quinque Germanicarum Berolinensis Gottingensis Lipsiensis Monacensis Vindobonensis. Vol. 6. Fasc. 3. Lipsiae 1916.

Savigny-Stiftung.

Vocabularium jurisprudentiae Romanae jussu Instituti Savigniani compositum. Tom. 5, Fasc. 2. Berolini 1917.

Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung.

Beiträge zur Flora von Papuasien. Hrsg. von C. Lauterbach. Serie 5. Leipzig 1916.

Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte. Hrsg. von der Kirchenväter-Commission der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften. Bd 26: Hippolytus. Bd 3. Bd 27: Methodius. Leipzig 1916. 17.

Texte und Untersuchungen zur Geschichte der altchristlichen Literatur. Archiv für die von der Kirchenväter-Commission der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften unternommene Ausgabe der älteren christlichen Schriftsteller. Reihe 3. Bd 12, Heft 2. Leipzig 1917.

Von der Akademie unterstützte Werke.

Freiherr VON SCHRÖTTER, FRIEDRICH. Geschichte des neueren Münz- und Geldwesens im Kurfürstentum Trier 1550—1794. Berlin 1917. 2 Ex.

TOBLER, ADOLF. Altfranzösisches Wörterbuch. Hrsg. von Erhard Lommatzsch. Lief. 2 (1 Ex.). 3 (2 Ex.). Berlin 1915. 17.

BRANCA, WILHELM. Allgemeines über die Tendaguru-Expedition. Kurzer Bericht über die von Dr. Reck erzielten Ergebnisse im vierten Grabungsjahre 1912. Allgemeines über die Nebenergebnisse der Tendaguru-Expedition. Die Riesengröße sauropoder Dinosaurier vom Tendaguru, ihr Aussterben und die Bedingungen ihrer Entstehung. 1914. Sonderabdr.

— . Berichtigungen zu O. Jaekels Aufsatz über die Frage einer Teilung der Geologie-Paläontologie. 1915. Sonderabdr.

— . Über paläontologische Hypothesen; zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung und die Frage einer Teilung der Geologie-Paläontologie. 1916. Sonderabdr.

— . Das sogen. Sacralgehirn der Dinosaurier. 1916. Sonderabdr.

— . Ein Säugetier?-Unterkiefer aus den Tendaguru-Schichten. 1916. Sonderabdr.

CORRENS, KARL. Individuen und Individualstoffe. 1916. Sonderabdr.

EINSTEIN, ALBERT. Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. Leipzig 1916. (Aus: Annalen der Physik. Bd 49.)

—. Zur Quantentheorie der Strahlung. 1916. Sonderabdr.

—. Strahlungs-Emission und -Absorption nach der Quantentheorie. 1916. Sonderabdr.

ENGLER, ADOLF. Karl Wilhelm von Nägeli. 1917. Sonderabdr.

Littmann, Enno. Zar'a-Jacob. Ein einsamer Denker in Abessinien. Mit einer Einleitung von BENNO ERDMANN. Berlin 1916.

ERDMANN, BENNO. Leibniz in seiner Stellung zur Mathematik und Naturwissenschaft. 1916. Sonderabdr.

—. Kants Ethik und der moderne Pflichtbegriff. 1917. Sonderabdr.

ERMAN, ADOLF. Die Hieroglyphen. Durchgesehener Neudruck. Berlin und Leipzig 1917. (Sammlung Göschen.)

FISCHER, EMIL. Die naturwissenschaftlichen Kaiser-Wilhelm-Institute und der Zusammenhang von Chemie und Biologie. Vortrag. München 1915. (Deutsches Museum. Vorträge und Berichte. Heft 15.)

—. Teilweise Acylierung der mehrwertigen Alkohole und Zucker. 2. Mit Charlotte Rund. 3. Mit Max Bergmann. 1916. Sonderabdr.

—. Bericht über Gerbversuche mit den Extrakten heimischer Gerbhölzer und ihre Streckung durch künstliche Gerbstoffe. 1916.

—. Darstellung der Aceto-bromglucose. 1916. Sonderabdr.

—. Zur Synthese der Phenol-glucoside. Mit Lukas v. Mechel. 1916. Sonderabdr.

HELLMANN, GUSTAV. Häufigkeit und Dauer der Niederschläge. 1916. Sonderabdr.

—. Die Windgeschwindigkeit auf dem Brockengipfel. Häufigkeit und Dauer der Niederschläge. 1916. Sonderabdr.

HERTWIG, OSKAR. Das Werden der Organismen. Jena 1916.

HEUSLER, ANDREAS. Sprichwörter in den eddischen Sittengedichten. 1916. Sonderabdr.

—. Deutscher und antiker Vers, der falsche Spondeus und angrenzende Fragen. Strassburg 1917. (Quellen und Forschungen zur Sprach- und Culturgeschichte der germanischen Völker. 123.)

HINTZE, OTTO. Deutschland und das Weltstaatensystem. 1916. Sonderabdr.

—. Die Hohenzollern und die wirtschaftliche Entwicklung ihres Staates. 1916. Sonderabdr.

—. Der Sinn des Krieges. 1916. Sonderabdr.

—. Der Weltkrieg im Jahre 1916. 1916. Sonderabdr.

HOLL, KARL. Luthers Auffassung der Religion. Festrede. Berlin 1917.

—. Die Bedeutung der großen Kriege für das religiöse und kirchliche Leben innerhalb des deutschen Protestantismus. Tübingen 1917.

LÜDERS, HEINRICH. Ali und Āla. 1916. Sonderabdr.

MEINECKE, FRIEDRICH. Probleme des Weltkriegs. München und Berlin 1917.

MEYER, EDUARD. Der amerikanische Kongreß und der Weltkrieg. Berlin 1917.

ORTH, JOHANNES. Alkohol und Tuberkulose. 1916. Sonderabdr.

—. Alkoholismus und Tuberkulose. 1916. Sonderabdr.

—. Die Bedeutung der Rindertuberkulose für den Menschen. 1916. Sonderabdr.

—. Diskussion über den Vortrag des Herrn Geheimrat v. Hansemann über die Wirkung des Krieges auf Entstehung und Wachstum von bösartigen Geschwülsten. 1916. Sonderabdr.

—. Zwei Fälle chronischer ulceröser Endocarditis. 1916. Sonderabdr.

—. Geschlecht und Tuberkulosesterblichkeit. 1916. Sonderabdr.

Orth, Johannes. Trauma und Tuberkulose. 2. 3. 1916. Sonderabdr.

. Pathologisch-anatomische Diagnostik. 8. Aufl. Berlin 1917.

Penck, Albrecht. Über politische Grenzen. Rede. Berlin 1917.

Planck, Max. Einführung in die allgemeine Mechanik. Leipzig 1916.

. Bemerkung zur quantentheoretischen Deutung der Rubens-Hettnerschen Spektralmessungen. 1916. Sonderabdr.

. Die physikalische Struktur des Phasenraumes. 1916. Sonderabdr.

. Vorlesungen über Thermodynamik. 5. Aufl. Leipzig 1917.

Roethe, Gustav. Bismarck und das Gebot der Stunde. Rede. Berlin 1917.

Rubens, Heinrich. Das Rotationsspektrum des Wasserdampfes. Mit G. Hettner. 1916. Sonderabdr.

Rubner, Max. Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Wurzelgewächse. — Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Blattgemüse. — Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Obstarten. — Über die Verdaulichkeit der Zellmembranen des Spinates. — Über die Verdaulichkeit der Zellmembranen der gelben Rüben. — Die Verdaulichkeit der Haselnußkerne. — Versuche über die Verdaulichkeit der Haselnußschalen. — Die Zusammensetzung der Steinpilze und ihre Verdaulichkeit. 1915. Sonderabdr.

. Nachtrag zu den Untersuchungen über Obst. — Die Verdaulichkeit des durch Säuren aufgeschlossenen Holzmehles von Koniferen. — Die Verdaulichkeit von Weizenbrot. — Die Verdaulichkeit von Spelzmehl beim Hunde. 1916. Sonderabdr.

. Die Verdaulichkeit des Spelzmehles beim Menschen. Mit Arnt Kohlrausch. 1916. Sonderabdr.

. Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Keime einiger Zerealien. — Die Verdaulichkeit von Spinat beim Säugling. — Darstellung verwertbarer Nährstoffe in trockener Form aus Gemüsen. — Weitere Beiträge zur Zusammensetzung der Gemüse. — Die Verdaulichkeit reiner Zellulose beim Hund. 1916. Sonderabdr.

Schäfer, Dietrich. Deutschland und Frankreich. Berlin 1914. (Unterm Eisernen Kreuz 1914. Heft 14.)

. L'Allemagne et la France. Traduit de l'allemand par Eugène Pariselle. Berlin 1914.

. Sein oder Nichtsein? Des Deutschen Reiches Schicksalsstunde. Berlin 1914. (Unterm Eisernen Kreuz 1914/15. Heft 1.)

. Vara eller icke vara. Det Tyska Rikets ödestimma. Stockholm 1914.

. Deutschland und England in See- und Weltgeltung. Leipzig 1915.

. Das deutsche Volk und der Osten. Leipzig und Dresden 1915. (Vorträge der Gehe-Stiftung zu Dresden. Bd 7, Heft 3.)

. Deutsche Kultur und ihre Aufgaben. Berlin 1916. (Schützengraben-Bücher für das deutsche Volk. 20.)

. Von deutscher Art. 1916. Sonderabdr.

. Bismarck. Bd 1. 2. Berlin 1917.

. Die Vereinigten Staaten als Weltmacht. Berlin 1917. (Schriften zur Zeit und Geschichte. Bdch. 3.)

von Schmoller, Gustav. Herkunft und Wesen der deutschen Institutionen. 1915. Sonderabdr.

. Allerlei über Polens Vergangenheit und Gegenwart. 1916. Sonderabdr.

. Fünfhundert Jahre Hohenzollern-Herrschaft. 1916. Sonderabdr.

von Schmoller, Gustav. Obrigkeitsstaat und Volksstaat, ein mißverständlicher Gegensatz. 1916. Sonderabdr.

——. Fürst Bülows Politik. 1916. Sonderabdr.

——. Zur Würdigung von Karl Lamprecht. 1916. Sonderabdr.

——. Die heutige deutsche Judenfrage. 1917. Sonderabdr.

——. Freie oder sozialistische Volkswirtschaft nach dem Kriege? 1917. Sonderabdr.

Stumpf, Karl. Apologie der Gefühlsempfindungen. 1916. Sonderabdr.

——. Binaurale Tonmischung, Mehrheitsschwelle und Mitteltonbildung. 1916. Sonderabdr.

——. Verlust der Gefühlsempfindungen im Tongebiete (musikalische Anhedonie). 1916. Sonderabdr.

von Waldeyer-Hartz, Wilhelm. Die Sorge für die Verwundeten und Kranken im Felde einst und jetzt. Rede. Berlin 1917.

——. Torus temporalis und Zona falciformis. 1917. Sonderabdr.

Warburg, Emil. Über einige Eigenschaften des Bolometers. Mit C. Müller. 1916. Sonderabdr.

——. Werner Siemens und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. 1916. Sonderabdr.

Zimmermann, Hermann. Besprechung der Festschrift für Otto Mohr. 1916. Sonderabdr.

Almanach illustré de la Gazette des Ardennes pour 1917. Charleville.

Bahrfeldt, Emil. Die Münzen- und Medaillen-Sammlung in der Marienburg. Bd 6. Danzig 1916.

Barfurth, Dietrich. Die Arbeit der Universität Rostock im Weltkriege. Ansprache. Rostock 1917.

Bumm, Ernst. Königliche Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Bericht über das Amtsjahr 1916/1917. Berlin 1917.

——. Über das Frauenstudium. Rede. Berlin 1917.

Dittenberger, Wilhelm. Sylloge inscriptionum Graecarum tertium edita. Vol. 2. Lipsiae 1917.

Flesch, Karl. Die Ausrottung der Tuberculose. Insel Reichenau 1916.

Hirschberg, Julius. Entwicklungs-Geschichte der augenärztlichen Kunst-Ausdrücke. Berlin 1917. Sonderabdr.

Hiss, Paul. Arische Sprache. Kiel 1917.

125 Jahre des Geschäftshauses Hahnsche Buchhandlung in Hannover. Hannover 1917.

Katalog der Berliner Stadtbibliothek. Bd 15. Berlin 1917.

Krebs, Karl. Krieg und Musik. Rede. Berlin 1917.

Ins vierte Kriegsjahr. Rück- und Ausblicke an der Schwelle des vierten Kriegsjahres. Kattowitz 1917.

Krüger, L. Friedrich Robert Helmert. 1917. Sonderabdr.

Zerstörte Kunstdenkmäler an der Westfront. Das schonungslose Vorgehen der Engländer und Franzosen. 1917.

Lala Lajpat Rai. Betrachtungen über die politische Lage in Indien. Leipzig 1917.

Karl Robert Lessings Bücher- und Handschriftensammlung hrsg. von Gotthold Lessing. Bd 3. Berlin 1916.

Lieber, Hugo. Beiträge zur Geologie des Rimberggebietes bei Marburg. Bamberg 1917.

Mahnworte zur sechsten Kriegsanleihe im dritten Kriegsjahr März bis April 1917. Den Beteiligten zur Erinnerung gewidmet vom Verlag der Kölnischen Volkszeitung.

Mehlis, C. Vom »Brunholdisstuhl« bei Bad Dürkheim. 1917. Sonderabdr.

Meuss, J. F. Zum Hundertjahrtage der Stiftung der preußischen Kriegsflagge 1816, 24. November, 1916. Die Geschichte der preußischen Flagge. Berlin 1916.

Mitteilungen des Geschlechts-Verbandes derer von Salis. Heft 2. Sigmaringen 1916.

Ney, Alfred. Weihnachten bei den Kriegs-Gefangenen im Bereich des 13. (Württembergischen) und 14. (Badischen) Armeekorps. Tübingen 1917.

von Oer, Sebastian. Ährenlese. Erlebtes und Erwogenes. 2. Reihe. Freiburg im Breisgau 1917.

. Ohne Furcht und Tadel. Ein Wort von einem alten Kameraden an unsere jungen Offiziere. Freiburg im Breisgau 1917.

Graf zu Reventlow, Ernst. Indien. Seine Bedeutung für Großbritannien, Deutschland und die Zukunft der Welt. Berlin 1917.

Werner Siemens. Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl seiner Briefe. Hrsg. von Konrad Matschoß. Bd 1. 2. Berlin 1916.

Werner Siemens. Sondernummer der Naturwissenschaften, Jahrg. 4, Heft 50. 1916.

Sieveking, Johannes. Die Terrakotten der Sammlung Loeb. Bd 2. München 1916.

Thomsen, Peter. Die römischen Meilensteine der Provinzen Syria, Arabia und Palaestina. 1917. Sonderabdr.

Übersichtskarte der deutschen Schiffahrtstraßen mit Anschlußstrecken 1 : 2000000. Bearb. im Kgl. Pr. Ministerium der öffentlichen Arbeiten zu Berlin. Berlin 1917.

Wolter, Maurus. Die geistlichen Übungen der heiligen Gertrud d. Gr. 8. Aufl. Neu bearb. von Hildebrand Bihlmeyer. Saarlouis 1917.

Zuckermann, S. Die Handelsresultanten der kriegführenden Mächtegruppen. Berlin 1917.

Österreich-Ungarn.

Brünn.

Mährische Museumsgesellschaft.

Deutsche Sektion. Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. Bd 14–16. 1914–17.

Tschechische Sektion. Časopis Moravského Musea zemského. Ročník 14, Čislo 2. Ročník 15. 1914–16.

Deutscher Verein für die Geschichte Mährens und Schlesiens.

Zeitschrift. Jahrg. 20, Heft 3. 4. Jahrg. 21, Heft 1–3. 1916. 17.

Naturforschender Verein.

Verhandlungen. Bd 55. 1916.

Bericht der Meteorologischen Kommission. 31. 1911.

Graz.

Historischer Verein für Steiermark.

Zeitschrift. Jahrg. 15. 1917.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.

Mitteilungen. Bd 52. 53. 1915. 16.

Innsbruck.

Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg.

Zeitschrift. Folge 3. Bd 59. 1915.

Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein.

Berichte. Jahrg. 36. 1914–17.

Klagenfurt.

Geschichtsverein für Kärnten.

Carinthia I. Jahrg. 106. 1916.

Jahresbericht. 1915.

Naturhistorisches Landesmuseum für Kärnten.

Carinthia II. Jahrg. 106. 107. 1917.

Lemberg.

Universität.

Materyały do historyi Uniwersytetu Lwowskiego. 1. 1917.

Linz.

Museum Francisco-Carolinum.

Jahres-Bericht. 75. 1917.

Prag.

Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.

Jahresbericht. 1916.

Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 1916. — Klasse für Philosophie, Geschichte und Philologie. Jahrg. 1916.

Pračka, Ladislav. Untersuchungen über den Lichtwechsel älterer veränderlicher Sterne. Nach den Beobachtungen von Vojtěch Šafařík. Vol. 2. 1916.

Deutscher Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein für Böhmen »Lotos«.

Lotos. Naturwissenschaftliche Zeitschrift. Bd 64. 1916.

K. k. Sternwarte.

Magnetische und Meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 77. 1916.

Deutsche Universität.

Die feierliche Inauguration des Rektors. 1916.

Wien.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.

Almanach. Jahrg. 66. 1916.

Anzeiger. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 53. — Philosophisch-historische Klasse. Jahrg. 53. 1916.

Denkschriften. Philosophisch-historische Klasse. Bd 59, Abh. 4. 1916.

Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Bd 124: Abt. I, Heft 8–10. Bd 125: Abt. I. Heft 1–6. Abt. IIa, Heft 1–8. Abt. IIb. Heft 1–7. — Philosophisch-historische Klasse. Bd 177, Abh. 4. Bd 179. Abh. 4. 5. Bd 180. Abh. 4. Bd 181, Abh. 1. 5. Bd 182, Abh. 1. 5. 6. Bd 184, Abh. 1. 1915–17.

Anthropologische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd 46, Heft 6. Bd 47, Heft 1–4. 1916. 17.

K. k. Geographische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd 59, N. 11. 12. Bd 60. N. 1–10. 1916. 17.

K. k. Zoologisch-Botanische Gesellschaft.

Verhandlungen. Bd 66, Heft 6–10. Bd 67. Heft 1–4. 1916. 17.

K. k. Österreichisches Archäologisches Institut.

Jahreshefte. Bd 18. 1915.

Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung.

Verhandlungen. 1912–14.

K. k. Geologische Reichsanstalt.

Jahrbuch. Bd 65, Heft 3. 4. Bd 66. Heft 1. 1915. 16.

Verhandlungen. Jahrg. 1916. N. 5–18.

Österreichischer Touristen-Klub, Sektion für Naturkunde.

Mitteilungen. Jahrg. 28. N. 11. 12. Jahrg. 29, N. 1–10. 1916. 17.

K. k. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Jahrbücher. Neue Folge. Bd 49. 50. 1912. 13.

Polen. Wochenschrift für polnische Interessen. N. 100–147. 149–151. 1916–17.

Agram.

Königliches Kroatisch-Slavonisch-Dalmatinisches Landesarchiv.

Vjesnik. Godina 18. 1916.

Budapest.

Statistisches Amt der Haupt- und Residenzstadt Budapest.

Publicationen. N. 51. 1916.

Königlich Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

Természettudományi Könyvkiadó-vállalat. Kötet 46. 1916.

Königlich Ungarische Geologische Reichsanstalt.

Jahresbericht. 1915. Tl 1.

Mitteilungen aus dem Jahrbuche. Bd 23, Heft 2. 4–6. Bd 24, Heft 1. 1915–16.

Königlich Ungarische Ornithologische Zentrale.

Aquila. Jahrg. 23. 1916.

Klausenburg.

Siebenbürgisches National-Museum.

Múzeumi Füzetek. Mitteilungen aus der Mineralogisch-Geologischen Sammlung. Bd 3, N. 2. 1916.

Ó-Gyalla.

Königlich Ungarisches Astrophysikalisches Observatorium.

Publikationen. Bd 1. 1916.

Sarajevo.

Bosnisch-Herzegowinisches Landesmuseum.

Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina. Bd 13. Wien 1916.

Ciuropajlowycz, Thomas. Drei Beweise des sog. letzten Fermatschen Satzes. Lemberg 1917.

Jagić, V. Supplementum psalterii Bononiensis. Incerti auctoris explanatio psalmorum Graeca ad fidem codicum ed. Vindobonae 1917.

Schumann, Richard. Über die Lotabweichung am Hermannskogel, dem Fundamentalpunkte der Österreichischen Triangulation. 1917. Sonderabdr.

Balog, Elemér. Randbemerkungen zur Rechtsschaffung im Kriege. Hannover 1916.

Leibniz. Halálának kétszázadik évfordulója alkalmából. Budapest 1917. (A Magyar filozófiai Társaság könyvtára. 1.)

Quellen zur Geschichte der Stadt Brassó (Kronstadt). Bd 7. Beiheft 1. Brassó (Kronstadt) 1916.

v. Sarbó, Arthur. Granatfernwirkungsfolgen und Kriegshysterie. 1917. Sonderabdr.

Dänemark, Schweden und Norwegen.

Kopenhagen.

Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer.

Bulletin hydrographique. Année 1914–15.

Rapports et procès-verbaux. Vol. 24. 1917.

Observatorium.

Publikationer og mindre Meddelelser. N. 26. 1917.

Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.

Oversigt over Forhandlinger. 1916, N. 3.

Skrifter. Række 7. Historisk og filosofisk Afdeling. Bind 2, N. 5. Række 8. Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeling. Bind 1, N. 3. Bind 2, N. 2. 3. 1916.

Disko (Grönland).

Danske Arktiske Station.

Arbejder. N. 10. København 1916.

The Danish Ingolf-Expedition. Vol. 3, Part 4. 5. Vol. 4, Part 3. 4. Vol. 5, Part 4–6. Copenhagen 1913–17.

Mindeskrift i Anledning af Hundredaaret for Japetus Steenstrups Fødsel udgivet af en Kreds af Naturforskere ved Hector F. E. Jungersen og Eug. Warming. Halvbind 1. 2. København 1914.

Ryd, V. H. On Computation of meteorological observations. Kjøbenhavn 1917. (Publikationer fra det Danske Meteorologiske Institut. Meddelelser. N. 3.)

Gotenburg.

Eranos. Acta philologica Suecana. Vol. 15. 1915.

Lund.

Universitetet.

Acta. — Årsskrift. Ny Följd. Avdeln. 1, Bd 11. 12. Avdeln. 2, Bd 11. 12. 1915. 16.

41 akademische Schriften aus den Jahren 1913–1917.

Stockholm.

Meteorologiska Centralanstalten.

Meteorologiska Iakttagelser i Sverige. Bd 56, Bihang. Bd 57 nebst Bihang 1. 2. 1914. 15.

Svenska Fornskrift-Sällskapet.

Samlingar. Häftet 150. 151. 1917.

Högskola.

6 akademische Schriften aus den Jahren 1916 und 1917.

Sveriges Geologiska Undersökning.

Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. Aa. N. 129. 136. 139. 145. Ser. C. N. 265 –279. Ser. Ca. N. 14–16. 1915–17.

Kungliga Svenska Vetenskapsakademien.

Arkiv för Botanik. Bd 14, Häfte 3. 1916.

Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi. Bd 6, Häfte 2. 3. 1916.

Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. Bd 11, Häfte 1–3. 1916.

Arkiv för Zoologi. Bd 10, Häfte 1–3. 1916.

Årsbok. 1916.

Handlingar. Ny Följd. Bd 55. 1915–16.

Meddelanden från K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut. Bd 3, Häfte 3. 1916.

Berzelius, Jac. Bref utgifna genom H. G. Söderbaum. 2, 2. Uppsala 1916.

Kungliga Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien.

Fornvännen. Årg. 12, Häft 1–3. 1917.

Antikvarisk Tidskrift för Sverige. Delen 22, Häftet 1. 1917.

Acta mathematica. Zeitschrift hrsg. von G. Mittag-Leffler. Bd 41, Heft 1. 2. 1916. 17.

Uppsala.

Universitets Meteorologiska Observatorium.

Bulletin mensuel. Vol. 48. 1916.

Landin, Sven. Observations séismographiques faites à l'Observatoire météorologique d'Upsala de septembre 1912 à avril 1917. 1917.

Universitetet.

Arbeten utgifna med understöd af Vilhelm Ekmans Universitetsfond. 17. 18. 1916. 17.

Bref och skrifvelser af och till Carl von Linné. Afdeln. 1. Del 7. 1917.

Kungliga Humanistiska Vetenskaps-Samfundet.

Skrifter. Bd 17–19. 1915–17.

Hasselberg, B. Zur Erinnerung an Nils Christoffer Dunér. 1917. Sonderabdr.

Nachmanson, Ernst. Erotianstudien. Uppsala, Leipzig 1917.

Bergen.

Bergens Museum.

Aarbok. 1915–16: Naturvidenskabelig Række, Hefte 2. Historisk-antikvarisk Række. Aarsberetning.

Sars, G. O. An Account of the Crustacea of Norway. Vol. 6, Part 3–12. 1913–17.

Christiania.

Videnskapsselskapet.

Forhandlinger. Aar 1915.

Skrifter. 1915: I. Matematisk-naturvidenskabelig Klasse. II. Historisk-filosofisk Klasse.

Drontheim.

Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab.

Skrifter. 1914, Bind 1. 2 und Aarsberetning. 1915, Hefte 1. 2 und Aarsberetning.

Stavanger.

Museum.

Aarshefte. Aarg. 26. 1915.

Schweiz.

Aarau.

Historische Gesellschaft des Kantons Aargau.

Taschenbuch. 1916.

Basel.

Naturforschende Gesellschaft.

Verhandlungen. Bd 27. 1916.

Jahresverzeichnis der schweizerischen Hochschulschriften. 1915–16.

Bern.

Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.

Schweizerische Geologische Kommission.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge. Lief. 20, Tl 3. Lief. 30, Fasc. 2. Lief. 46, Abt. 1. 2. 1916.

2 geologische Karten und 1 Heft Erläuterungen.

Schweizerische Geotechnische Kommission.
1 Karte nebst Erläuterungen.

Chur.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
Jahresbericht. Neue Folge. Bd 57. 1916-17.

Genf.

Société de Physique et d'Histoire naturelle.
Compte rendu des séances. 32. 33. 1915. 16.
Mémoires. Vol. 38, Fasc. 6. Vol. 39, Fasc. 1. 1916. 17.
Journal de chimie physique. Tome 14. N. 4. Tome 15, N. 1. 2. 1916. 17.

Lausanne.

Société Vaudoise des Sciences naturelles.
Bulletin. Vol. 51. N. 191. 192. 1917.

Luzern.

Historischer Verein der fünf Orte Luzern, Uri, Schwyz, Unterwalden und Zug.
Der Geschichtsfreund. Bd 71. Stans 1916.

Zürich.

Allgemeine Geschichtforschende Gesellschaft der Schweiz.
Jahrbuch für schweizerische Geschichte. Bd 42. 1917.

Antiquarische Gesellschaft.
Mitteilungen. Bd 28, Heft 2. 1917.

Naturforschende Gesellschaft.
Astronomische Mitteilungen. N. 106. 1917.
Neujahrsblatt. Stück 119. 1917.
Vierteljahrsschrift. Jahrg. 61, Heft 3. 4. 1916.

Schweizerisches Landesmuseum.
Anzeiger für schweizerische Altertumskunde. Neue Folge. Bd 18, Heft 4. Bd 19, Heft 1. 2. 1916. 17.
Jahresbericht. 25. 1916.

Schweizerische Meteorologische Zentral-Anstalt.
Annalen. 1915.

Brandstetter, Renward. Die Reduplikation in den indianischen, indonesischen und indogermanischen Sprachen. Luzern 1917.

Gautier, Raoul. Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice. 1912. Mit Henri Duaime. 1913-1915. Mit Ernest Rod. Genève 1913-16. Sonderabdr.

—. Rapport sur les concours de réglage de chronomètres de l'année 1916. o. O. u. J.

—. Résumé météorologique de l'année 1912; 1913; 1914; 1915 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève 1914-16. Sonderabdr.

Pottier, Jacques. Sur la Dissymétrie de structure de la feuille du Mnium spinosum (Voit.) Schwägr. Berne 1917.

Schnyder, Otto. Grundzüge einer Philosophie der Musik. Frauenfeld 1915.

Stähly, Albert. Gemeindeutsche Sprachpflege, gemeindeutsche Sprachpflicht. Basel 1917.

Tappolet, Ernst. Die alemannischen Lehnwörter in den Mundarten der französischen Schweiz. Tl 1. 2. Basel 1913. 16.

Niederlande und Niederländisch-Indien. Luxemburg.

Amsterdam.

Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
Jaarboek. 1915.
Verhandelingen. Afdeeling Natuurkunde. Sectie 1. Deel 12, N. 1. 2. Sectie 2. Deel 18, N. 6. Deel 19, N. 1. — Afdeeling Letterkunde. Nieuwe Reeks. Deel 16, N. 3-5. 1915-16.
Verslag van de gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeeling. Deel 24, Gedeelte 1. 2. 1915-16.
Aviae lychnus. Carmen praemio aureo ornatum in certamine poetico Hoeffiano. Accedunt quatuor carmina laudata. 1916.

Vereeniging »Koloniaal Instituut«.
Jaarverslag. 6. 1916.
Mededeelingen. N. 4, Deel 3. 1916.

Groningen.

Astronomisch Laboratorium.
Publications. N. 26. 1916.

Nederlandsche Botanische Vereeniging.
Nederlandsch Kruidkundig Archief. 1915. 1916.
Recueil des travaux botaniques néerlandais. Vol. 13. Vol. 14, Livr. 1. 2. 1916. 17.
Prodromus florae Batavae. Ed. 2. Vol. 1, Pars 4. 1916.

Haag.

Koninklijk Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië.
Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië. Deel 73, Afl. 1. 2. 1917.

Haarlem.

Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen.
Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Sér. 3 A. Tome 4, Livr. 1. Sér. 3 B. Tome 3, Livr. 1. La Haye 1916–17.

Leiden.

Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde.
Handelingen en Mededeelingen. 1915–16.
Levensberichten der afgestorven medeleden. 1915–16.
Tijdschrift voor Nederlandsche Taal- en Letterkunde. Deel 34, Afl. 2–4. Deel 35. 1915–16.

Rijks-Universiteit.
6 akademische Schriften aus den Jahren 1914 1916.

Mnemosyne. Bibliotheca philologica Batava. Nova Ser. Vol. 45. 1917.

Museum. Maandblad voor philologie en geschiedenis. Jaarg. 24, N. 3–12. Jaarg. 25, N. 1. 2. 1916–17.

Utrecht.

Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut.
Publikationen. N. 102, Heft 21. N. 106. 4. N. 107, 3, 2. 1915–16.

Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool.
Onderzoekingen. Reeks 5. Deel 17. 1916.

Kops, Jan. Flora Batava. Voortgezet door F. W. van Eeden en L. Vuyck. Afl. 384–387. 's-Gravenhage 1916.

Batavia.

Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium.
Seismological Bulletin. 1916, March–Oct.
Observations. Vol. 36. 1913.
Observations made at secondary stations in Netherlands East-India. Vol. 3. 1913.
Verhandelingen. N. 4. 1916.

Buitenzorg.

Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel.
Ouwens, P. A. De voornaamste giftslangen van Nederlandsch Oost-Indië. Leiden 1916.

Luxemburg.

Institut Grand-Ducal.
Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques. Archives trimestrielles. Nouv. Ser. Tome 5, Fasc. 3. 4. 1917.

Société des Naturalistes Luxembourgeois.
Bulletins mensuels. Nouv. Sér. Année 8–10. 1914–16.
Festschrift zur Feier des 25 jährigen Bestehens. 1890–1915. 1915.

Spanien.

Madrid.

Real Academia de la Historia.
Boletin. Tomo 69, Cuad. 5. Tomo 70. Cuad. 1. 2. 4–6. 1916. 17.

Bulgarien.

Sofia.

Bulgarische Archäologische Gesellschaft.
Bulletin. Tome 3. 5. 1912–15.
Materiali za istorijata na Sofija. Kniga 1–3. 1910–12.

Vereinigte Staaten von Amerika.

Albany, N. Y.

The Astronomical Journal. N. 697. 1916.

Berkeley.

University of California.
Lick Observatory, Mount Hamilton. Bulletin. N. 283–288. 1916–17.

Cambridge, Mass.

Harvard College.
Astronomical Observatory. Circulars. N. 198. 1916.

Concord, N. H.

American Journal of Archaeology. Ser. 2. The Journal of the Archaeological Institute of America. Vol. 20, N. 4. 1916.

Easton, Pa.

American Chemical Society.
Journal. Vol. 38, N. 11. 12. Vol. 39. N. 1. 1916. 17.

Ithaca, N. Y.

American Physical Society.
The Physical Review. Ser. 2. Vol. 8. N. 4–6. 1916.

New Haven.

The American Journal of Science. Ser. 4. Vol. 42, N. 251. 252. 1916.

New York.

The American Naturalist. Vol. 50, N. 599. 600. Vol. 51. N. 601. 1916. 17.

Washington.

National Academy of Sciences.
Proceedings. Vol. 2. N. 10–12. Vol. 3. N. 1. 1916. 17.

Bureau of Standards.
Bulletin. Vol. 12. N. 4. Vol. 13, N. 1. 2. 1916.

Carnegie Institution of Washington.
Solar Observatory, Mount Wilson, Cal.
Communications to the National Academy of Sciences. N. 36. 1916.
Contributions. N. 115–123. 1915–16. Sonderabdr.

Smithsonian Institution.
Bureau of American Ethnology. Bulletin. N. 55. 1916.

United States Naval Observatory.
Annual Report. 1916.

United States Department of Agriculture.
States Relations Service.
Alaska Agricultural Experiment Stations. Report. 1915.
Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin. N. 41. 1916.
Porto Rico Agricultural Experiment Station.
Bulletin. N. 19. 20. 1916.
Report. 1915.

Süd-Amerika.

Lima.

Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.
Boletin. N. 82. 1916.

Durch Ankauf wurden erworben:

Berlin. Journal für die reine und angewandte Mathematik. Bd 147, Heft 2–4. 1917.

Dresden. Hedwigia. Organ für Kryptogamenkunde. Bd 58, Heft 5. 6. Bd 59, Heft 1–5. 1917.

Göttingen. Königliche Gesellschaft der Wissenschaften. Göttingische gelehrte Anzeigen. Jahrg. 178, N. 11. 12. Jahrg. 179, N. 1–10. Berlin 1916. 17.

Leipzig. Börsenverein der Deutschen Buchhändler. Deutsches Bücherverzeichnis. Bd 2. 1916. — Halbjahrsverzeichnis der im deutschen Buchhandel erschienenen Bücher. Zeitschriften und Landkarten. 1916. Halbj. 2, Tl 1. 2. 1917, Halbj. 1. Tl 1. 2.

—. Literarisches Zentralblatt für Deutschland. Jahrg. 67, N. 48–52. Jahrg. 68, N. 1–46. 1916. 17.

Paris. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Comptes rendus des séances. 1914. Avril-Juillet. 1916, Mai-Déc. 1917. Janv. Févr.

—. Académie des Sciences morales et politiques. Séances et travaux. Compte rendu. Nouv. Sér. Tome 81–86. Tome 87. 88, Livr. 1–8. 1914–17.

Andrees Allgemeiner Handatlas. Mit vollständigem alphabetischem Namenverzeichnis. 6. Aufl. Hrsg. von Ernst Ambrosius. Bielefeld und Leipzig 1914.

Bettelheim, Anton. Leben und Wirken des Freiherrn Rochus von Liliencron. Berlin 1917.

Corpus scriptorum ecclesiasticorum Latinorum editum consilio et impensis Academiae Litterarum Caesareae Vindobonensis. Vol. 49. Vindobonae. Lipsiae 1916.

Grimm, Jacob, und Grimm, Wilhelm. Deutsches Wörterbuch. Bd 10, Abth. 3, Lief. 2. Bd 11, Abth. 3, Lief. 5. Bd 13, Lief. 14. Leipzig 1917.

von Harnack, Adolf. Aus der Friedens- und Kriegsarbeit. (Reden und Aufsätze. Neue Folge. Bd 3.) Giessen 1916.

—. Aus Wissenschaft und Leben. Bd 1. 2. (Reden und Aufsätze. Neue Folge. Bd 1. 2.) Giessen 1911.

Keil, Heinrich. Grammatici Latini. Vol. 1–7 und Suppl. Lipsiae 1855–80.

Kohlrausch, F., und Holborn, L. Das Leitvermögen der Elektrolyte. 2. Aufl. Leipzig und Berlin 1916.

Mazzucchetti, Lavinia. A. W. Schlegel und die italienische Literatur. Zürich 1917.

Festschrift Johannes Orth zum 70. Geburtstage am 14. Januar 1917 überreicht von der Zeitschrift für Tuberkulose. Leipzig 1917.

Quelle, Otto. Verzeichnis wissenschaftlicher Einrichtungen, Zeitschriften und Bibliographien der ibero-amerikanischen Kulturwelt. Stuttgart und Berlin 1916. (Veröffentlichungen des Deutsch-Südamerikanischen Instituts, Aachen.)

Schäfer, Dietrich. Aufsätze. Vorträge und Reden. Bd 1. 2. Jena 1913.

NAMENREGISTER.

SACHREGISTER.

Berichtigung.

In der Abhandlung des Hrn. SCHUCHARDT (Graz): Zu den romanischen Benennungen der Milz (Seite 156—170) ist zu lesen:

S. 160 Anm. Z. 4 *nuḫā'* statt »*nuḫā*«
18 1883 statt »1888«
38 CAMUS statt »CARNUS«
S. 161 Anm. Z. 17 *ffyrnau* statt »*ffyrnan*«
4 v. u. *garzo* statt »*gazzo*«
S. 162 Z. 17 v. u. Bell., statt »Bell,«
13 v. u. noch statt »nach«
3 v. u. DC. statt »DG.«
S. 163 Z. 13 v. u. } *nuḫā'* statt { »*nuḫā'a*«
3 v. u. } *nuḫā'* statt { »*nuḫā'a*«
S. 165 Z. 25 dem ersteren statt »diesem«.

Ausgegeben am 10. Januar 1918.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.